

Cytologie, Morphologie und Anatomie
der Sackspinner *Fumea casta* (PALLAS)
und *crassiorella* (BRUAND)
sowie *Bruandia comitella* (BRUAND)
(Lepidoptera, Psychidae) mit Kreuzungsversuchen
zur Klärung der Artspezifität

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde

der
Naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Ludwig-Maximilians-Universität
München

Vorgelegt von
Wolfgang Dierl
aus München

1964

Juli ~~1962~~

1. Berichterstatter: Professor Dr. MADELEINE VON DEHN

2. Berichterstatter: Professor Dr. ALFRED KAESTNER

Tag der mündlichen Prüfung: 19. Dezember 1964

Abdruck aus den
Zoologischen Jahrbüchern. Bd. 91. Abt. f. Systematik, Ökologie und Geographie der Tiere. 1962

Begründet von J. W. SPENGLER

Herausgegeben von ALFRED KAESTNER in München, ERWIN STRESEMANN in Berlin,
MANFRED GERSCH in Jena und BERNHARD HASSENSTEIN in Freiburg i. Br.

VEB GUSTAV FISCHER VERLAG · JENA

Satz und Druck: Druckerei „Magnus Poser“ Jena

Printed in German Democratic Republic

Lizenz-Nr. 1072

Aus dem Zoologischen Institut der Universität und der Zoologischen Staatssammlung
München

Cytologie, Morphologie und Anatomie der Sackspinner *Fumea casta* (PALLAS) und *crassiorella* (BRUAND) sowie *Bruandia comitella* (BRUAND) (Lepidoptera, Psychidae) mit Kreuzungsversuchen zur Klärung der Artspezifität¹⁾

Von WOLFGANG DIERL

Mit 32 Abbildungen im Text und einer Tafel

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	202
Biologie	203
II. Material und Methodik	204
1. Zuchten	204
2. Präparation	205
3. Histologie	205
4. Cytologie.	205
III. Ergebnisse der Cytologie	206
IV. Kreuzungsergebnisse	207
V. Bemerkungen zur Cytologie der Kreuzungen.	216
VI. Morphologischer Teil	216
1. Der Kopf.	217
2. Die Antennen.	219
3. Die Halsregion	221
4. Der Thorax.	222
5. Die Beine.	226
6. Die Flügel	228
7. Das Abdomen	230
8. Der Ovipositor	232
9. Der männliche Genitalapparat	233
VII. Anatomischer Teil	236
A. Die Kopfmuskulatur.	236
B. Die Hals-Thorax-Muskulatur	239

1) Dissertation der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität München.

C. Die Muskulatur der Extremitäten	247
D. Die Muskulatur im Abdomen	249
E. Die männliche Genitalmuskulatur	250
F. Muskulatur im Ovipositor	252
G. Bemerkungen über die Organsysteme der Leibeshöhle	254
H. Die Gonaden	254
VIII. Systematischer Teil und Diskussion der Ergebnisse	258
1. Das Männchen	259
2. Das Weibchen	262
3. Die Gattungen	266
IX. Zusammenfassung mit einer Bestimmungstabelle.	267
X. Literatur	268

I. Einleitung

Die Psychiden sind gekennzeichnet durch den starken Sexualdimorphismus, der die Männchen von den stark reduzierten Weibchen unterscheidet. Außerdem bieten Biologie und Fortpflanzung einige bemerkenswerte Besonderheiten. Die genaueren Kenntnisse der Gruppe einschließlich Systematik sind jedoch gering, obwohl die Psychiden schon vor LINNÉ bekannt waren und eine größere Zahl vor allem systematischer Arbeiten sich mit ihnen beschäftigt haben. Diese sind meist recht unkritischer Natur. Einzig die Gattung *Solenobia* erfuhr durch SEILER und dessen Schüler eine eingehende Bearbeitung.

Die Unterfamilie *Fumeinae* der *Psychidae* wurde bisher von mehreren Fachrichtungen bearbeitet. SEILER (1921) berichtet über Cytologie, NÜESCH (1947) über Entwicklungsgeschichte, MATTHES (1947—1955) über Biologie. Der Rest aller Arbeiten befaßt sich mit Systematik. Die Ergebnisse bis 1900 wurden von TUTT (1900) zusammengefaßt. An späteren Autoren sind STRAND (1913), MEYRICK (1927), BURROWS (1932), WEHRLI (1933) und LEWIN (1949) zu nennen. Einige anatomische Angaben in diesem Zusammenhang findet man bei SIEBOLD (1849), WILLIAMS (1947) und BOURGOGNE (1950). Die Systematik lag jedoch bisher trotz allem im argen. Das ist einerseits auf die mangelnde Präzision der sehr alten Urbeschreibungen und dem Fehlen von Typen, andererseits auf die recht oberflächlichen, sich nur auf wenige morphologische Merkmale der Männchen gründenden neueren Arbeiten zurückzuführen. Die Weibchen wurden fast völlig vernachlässigt, so daß bis heute nicht klar war, wie sie sich unterscheiden und zu welchen „Männchenarten“ sie gehören.

Diese Tatsachen machen Untersuchungen auf breiterer Grundlage notwendig. Dem Systematiker bieten sich heute mehrere Möglichkeiten, von denen hier Cytologie, Kreuzungen mit Zuchtversuchen, Anatomie und Morphologie sowie deren statistische Auswertung zur Anwendung gelangten.

Es war aus technischen und zeitlichen Gründen nicht möglich, den Gesamtkomplex der *Fumeinae* mit den genannten Methoden durchzuarbeiten. Ich habe daher nur die im südlichen Mitteleuropa im Raum Bayern—Österreich—Oberitalien—Schweiz erreichbaren Arten untersucht. Damit soll eine Grundlage geschaffen werden, auf der künftige Arbeiten über die restlichen Arten aufgebaut werden können, um so eine Gesamtübersicht über die Gruppe zu erreichen.¹⁾

Biologie

Zusammenfassungen über die Biologie finden sich bei TUTT (1900), weiterhin STRAND (1918) sowie BOURGOGNE & PACLT (1948). MATTHES (1947—1955) berichtet über *Fumea crassiorella* BRD., die im wesentlichen mit den anderen Arten übereinstimmt. Die Verbreitung ist in SEITZ II zusammengestellt.

Die Imagines schlüpfen Mai-Juli, die Männchen nachmittags und abends, die Weibchen frühmorgens. Die Aktivität beschränkt sich hauptsächlich auf den Vormittag. Die Männchen leben 2 Tage, die Weibchen bis zu 6 Tagen, ihre Copulationsfähigkeit erlischt jedoch nach 3 Tagen. Die Copula erfolgt auf dem Sack, an dem das Weibchen außen festgeklammert sitzt. Es legt unmittelbar nach der Copula seinen ganzen Eivorrat mit dem Ovipositor in die Puppenexuvie im Sackinnern und fällt dann ab. Das Männchen kann mindestens 3 erfolgreiche Copulationen durchführen, das Weibchen nur eine.

Die Entwicklungszeit bis zum Schlüpfen der Raupen beträgt 4 Wochen. Sogleich nach dem Auskriechen der Raupen fertigen sich diese aus dem mütterlichen Sack und aus Material des umgebenden Substrats eigene Säcke an. Dann verteilen sie sich am Boden und in niederem Gesträuch zur Nahrungsaufnahme. Als Nahrung werden weiche Gräser und Blätter verschiedener Sträucher angenommen. Auch Algen werden gefressen. In Kulturen kommt es bei Nahrungsmangel gelegentlich zu Kannibalismus.

Der Sack ist röhrenförmig und mit einer vorderen und hinteren Öffnung versehen. Durch die vordere werden Kopf und Thorax hervorgestreckt, die hintere dient der Entfernung der Exkremente und Exuvien. Der Sack wird ständig erweitert, indem ihn die Raupe nach vorne und hinten verlängert. Zur Vergrößerung des Durchmessers wird er längs aufgeschlitzt und in die Spalte neues Material eingefügt. An der Oberfläche werden in mindestens gattungstypischer Anordnung Grashalme, Coniferennadeln und kleine Zweigstücke der Länge nach befestigt. Der Sack ist für die Raupe lebensnotwendig, die Fähigkeit einen vollwertigen Ersatzsack anzufertigen erlischt aber schon nach 1—2 Häutungen. Die Fortbewegung erfolgt nur mit den Thoracalextremitäten. Die Raupe klammert sich dabei an einen von ihr gesponnenen Seidenfaden. Mit den abdominalen Gliedmaßen hält sie sich im Sackinnern fest.

Bis September werden 3—4 Häutungen durchgemacht, dann erfolgt Diapause bis März/April. Diese ist nur zu verhindern, wenn die Kultur sehr früh (März) angesetzt wird und höhere

1) Für die stete Förderung und das rege Interesse an der Arbeit bin ich Frl. Prof. Dr. M. VON DEHN sehr dankbar. Danken möchte ich auch Herrn Prof. Dr. A. KAESTNER für die Mühe als zweiter Referent. Herrn Prof. Dr. H.-J. AUTRUM und Herrn Dr. W. FORSTER bin ich für die Bereitstellung von Arbeitsplatz und Geräten sehr verpflichtet. Für die Unterstützung mit Material danke ich den Zoologischen Staatssammlungen (München) und den Herren Dr. BOURGOGNE (Paris), F. DANIEL (München), H. MEIER (Knittelfeld), Prof. Dr. NÜESCH (Basel), W. SCHÄTZ (Paitzkofen), L. SIEDER (Klagenfurt).

Temperaturen (20 °C) herrschen. Es ist anzunehmen, daß die Tageslänge die Entwicklung beeinflußt und die Diapause durch Kurztag ausgelöst wird. Die Diapause läßt sich aber nicht in allen Fällen verhindern, so daß die im August schlüpfende zweite Generation immer unvollständig ist.

Nach der Überwinterung erfolgen 2—4 der insgesamt 6—7 Häutungen. Dann steigen die Raupen vom Boden aus an Baumstämmen bis zu Mannshöhe hoch, spinnen den Sack mit der vorderen Öffnung fest und drehen sich um, so daß die Imago durch die hintere Sacköffnung schlüpfen kann. Die Puppenruhe der Männchen beträgt 4 Wochen, die der Weibchen nur 2. Die Synchronie des Schlüpfens wird durch früheres Anspinnen der männlichen Raupen erreicht (vgl. MATTHES 1955b). *Fumea crassiorella* BRD. hat im nördlichen Mitteleuropa 2jährige Entwicklung. In Einzelfällen überwintert auch *F. casta* PALL. 2mal.

Als Biotope eignen sich besonders lichte Wälder mit reichlichem Gras- und Himbeerunterwuchs, im Süden auch die bewachsenen Einfassungen der Weinberge.

Fumea casta ist im nördlichen Mitteleuropa die häufigste Art, sie nimmt nach Süden zu ab, während das Gegenteil für *F. crassiorella* gilt. *Bruandia comitella* findet sich im Alpengebiet, ist hier aber noch in Tallagen vorhanden. In Südtirol sind diese Arten sympatrisch und fliegen etwa gleichzeitig. Die Art *Bruandia raiblensis* MANN, die lebend nicht zur Untersuchung vorlag, scheint endemisch in den Karawanken und den östlichen Dolomiten in 2000—2200 m NN vorzukommen. Über die Höhenverbreitung der anderen Arten ist sehr wenig bekannt. In Südeuropa und Asien sowie Nordamerika kommen eine Reihe weiterer beschriebener Arten vor.

II. Material und Methodik

1. Zuchten

Erwachsene Raupen oder Puppen habe ich im Frühjahr an Baumstämmen gesammelt. Zu anderen Zeiten sind sie kaum zu finden. Jungraupen brachte ich zunächst in Sammelröhrchen, später in Einmachgläser, die mit Stoff zugebunden waren. Als Material für den Sackbau erhielten die Tiere zerschnittene Gräser und Waldspreu. Gefüttert habe ich ausschließlich Salatblätter, die nach Trockenwerden erneuert wurden. Sie wurden von den Tieren ohne Schwierigkeiten angenommen. Die Überwinterung erfolgte im Freien an regengeschützter Stelle vom September bis zum Februar.

Die Zuchtgläser standen im Zimmer unter natürlichen Lichtverhältnissen, die geschlüpften Imagines wurden täglich abgesammelt und einzeln in Sammelröhrchen gehalten. Zu kreuzende Weibchen heftete ich samt ihren Säcken mit Nadeln in den Behältern der Männchen. Zur Feststellung der Schlüpftrate der Raupen öffnete ich die Säcke, um etwa nichtgeschlüpfte Eier aufzufinden. Die Eiraupen wurden gezählt und die Mortalität vor und während der Überwinterung festgestellt. Dabei ergaben sich 2 kritische Perioden, zum ersten die Zeit nach dem Schlüpfen bis zum dritten Stadium, zum anderen die Überwinterung. In beiden Fällen ist zu große Trockenheit oder Feuchtigkeit die Ursache des Absterbens. Raupenkrankheiten konnte ich nicht beobachten. Dagegen war der Befall mit parasitischen Hymenopteren an Freilandmaterial sehr stark. Die unterschiedliche Erfolgsrate der 3 Arten ist meiner Meinung nach darauf zurückzuführen, daß *F. crassiorella* unter den gegebenen Zuchtbedin-

gungen am besten gedieh, während *B. comitella* die schlechtesten Ergebnisse erbrachte. Da alle Kulturen einer Art gleichmäßig betroffen wurden, scheinen mir genetische Unterschiede auszuschneiden.

Von folgenden Fundorten konnten lebende Tiere beigebracht werden:

München (im Umkreis von 50 km),	Ziffern bzw. Ga, Ick, Pu, Bu
Fall (bayrische Alpen) 800 m NN	Fa
Mauern (bei Neuburg/Donau)	Ma
Brixen (Südtirol) 600 m NN	Br
Kaltern (Südtirol) 500 m NN	K
Mendelpass (Südtirol) 1300 m NN	M
Triest	T
Köttmanskorf (Kärnten)	C
Paris-Fontainebleau	Pa

Präpariertes Material erhielt ich zur Untersuchung von den Zoologischen Sammlungen des bayrischen Staates, Herrn F. DANIEL (München), Herrn Prof. Dr. NÜESCH (Basel).

2. Präparation

Die Männchen wurden zum größeren Teil gespannt, z. T. in Alkohol 96 % oder nach CARNOY fixiert. Alle Weibchen fixierte ich nach CARNOY (5 Std.). Sie werden in Alkohol 96 % aufbewahrt. Die Untersuchung der Sklerite erfolgte an KOH-Präparaten (KOH 10 %). Die Muskulatur wurde unter der Präparierlupe und dem Polarisationsmikroskop in Methylbenzoat mit feinstem Besteck präpariert. Vorhergehende Färbung mit Eosin erbrachte keine besonderen Vorteile. Die Gonaden samt ihren Ausführungsgängen wurden aus frisch getöteten Tieren in physiologischer Kochsalzlösung entnommen und mit Alaunkarmin in wässriger Lösung gefärbt.

3. Histologie

Zum Vergleich wurden von ganzen Tieren und Teilen nach Carnoyfixierung mit der üblichen Paraffinmethode Längs- und Querschnittserien von 7—10 μ m Dicke angefertigt und nach DELAFIELD mit H.-E. gefärbt.

4. Cytologie

Zur Untersuchung der Chromosomen wurden die Eier aus der Puppenexuvie entnommen und nach GEITLER in Alkohol 96 % — Eisessig (3 : 1) 2 Std. fixiert. Um bestimmte Teilungsstadien zu erreichen, richtete ich mich nach dem Zeitschema SEILERS (1921), worin die Teilungsabläufe bis zur Blastodermbildung im Ei von *Fumea casta* dargestellt sind. Die Aufbewahrung der fixierten Eier erfolgte in Alkohol 96 %. Vor der Färbung entfernte ich das Chorion und brachte die Eier wieder für 10 Min. in die Alkohol-Essigsäure-Mischung. Gefärbt wurde mit Karminessigsäure. Dann habe ich auf Objektträgern Quetschpräparate angefertigt, in denen die Chromosomen sehr deutlich hervortreten. Die Anfertigung von Dauerpräparaten erfolgte

nach Durchsaugen von Alkohol durch Eindecken mit Euparal. Solche Präparate werden am besten mit dem Phasenkontrastmikroskop betrachtet, da sich bei ihnen die Farbkontraste zwischen Chromosomen und Plasma bzw. Dotter stark vermindern. Zur Darstellung der Spermatocyteteilungen wurden aus erwachsenen Raupen Hoden entnommen, Ausstriche angefertigt und in Alkohol-Essigsäure-Gemisch fixiert. Die Färbung erfolgte nach FEULGEN.

Sämtliche Zeichnungen wurden mit dem Abbesehen Zeichenapparat entworfen.

III. Ergebnisse der Cytologie

1921 hat SEILER im Zusammenhang mit Geschlechtsschrosomenuntersuchungen an Lepidopteren das Karyogramm von *Fumea casta* beschrieben und abgebildet, ebenso auch das obengenannte Zeitschema der Teilungsabläufe im Ei dargestellt. Seine Ergebnisse sind folgende: Es herrscht weibliche Heterogametie mit haploid 30 bzw. 31 Chromosomen beim Weibchen und 31 beim Männchen. Die entsprechenden diploiden Zahlen sind 61 bzw. 62. Die Chromosomen sind sehr klein, von einheitlicher Form und zeigen nur geringe Größenunterschiede. Es ist müßig zu fragen, ob für diese Untersuchung tatsächlich die Art *F. casta* vorgelegen hat. Die mangelnde systematische Bearbeitung dieser Gruppe in jener Zeit könnte Zweifel aufkommen lassen. Indessen sei hier von meinen Resultaten vorweggenommen, daß sich die Karyogramme der 3 untersuchten Arten weder nach Zahl und Form noch nach Größe der Chromosomen unterscheiden lassen.

Von Tieren aus den in Tabelle 3 genannten Zuchten gelangten Eier und Hoden zur Untersuchung. Dafür wurden folgende Eistadien (mit Angabe der Zeit der Fixierung nach Ablage) verwendet:

Anaphase der ersten Reifeteilung	0,5 Stunde
Metaphase der zweiten Reifeteilung	2,5 Stunden
erste Furchungsteilung	4 Stunden
Blastodermbildung	20 Stunden.

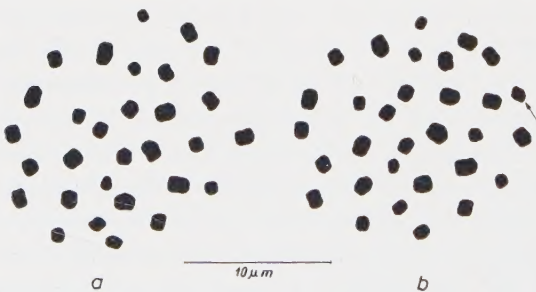


Abb. 1. Karyogramm von *Fumea crassirella*. Anaphaseplatten der ersten Reifeteilung. a) Platte des ersten Richtungkörpers, b) Platte der Oocyte II. Der Pfeil in b) bezeichnet das x-Chromosom (Vergr. 1 : 2000).

Die Hoden mit erster und zweiter Reifeteilung stammten aus erwachsenen Raupen.

Ausgewertet wurden nur solche Teilungen, bei denen beide Platten eindeutig zu zählen waren. Im Gegensatz zu SEILER konnte ich keine von der Normalzahl abweichenden Zahlenwerte finden. Die Zahlenhäufigkeit ist in Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1 Häufigkeit der gefundenen Chromosomenzahlen

Chromosomenzahlen / Art	<i>casta</i>		<i>crassiorella</i>		<i>comitella</i>	
	♀	♂	♀	♂	♀	♂
erste und zweite Reifeteilung						
haploid 30	50	—	10	—	10	—
31	50	30	10	12	10	6
erste Furchungsteilung, Blastoderm						
diploid 61	8	—	—	—	—	—
62	—	4	—	—	—	—

Von *Fumea casta* lagen 6, von *F. crassiorella* 3 und von *comitella* 3 Hodenausstriche vor.

Die Größe und Form entspricht den in Abb. 1 dargestellten Chromosomen von *F. crassiorella*. Damit läßt sich zusammenfassend sagen, daß die Karyogramme für die Trennung der 3 vorliegenden Arten nicht geeignet sind, da man sie nicht voneinander unterscheiden kann.

IV. Kreuzungsergebnisse

Kreuzungsversuche erwiesen sich als gut geeignete Methode zur Klärung der Artzugehörigkeit. PÜNGELER (in STANDFUSS 1896, p. 56) beschrieb eine Kreuzung *Fumea nilidella* $\times$ *affinis* (synonym zu *casta* $\times$ *crassiorella*) samt Rückkreuzung, aus der nur Männchen entstanden, die sich ohne Diapause entwickelten. BOURGOGNE (1950a) schildert ausführlich die Biologie dieser Bastarde. Er bezeichnet:

F. casta ♂ $\times$ *F. crassiorella* ♀ = *püngeleri*,

F. crassiorella ♂ $\times$ *F. casta* ♀ = *inversa*.

In beiden Richtungen entstehen ausschließlich Männchen, die sich ohne Diapause entwickeln. Bei *püngeleri* sterben 50 % der Raupen innerhalb der ersten 10 Tage, ohne sich zu häuten. Bei *inversa* wachsen 50 % der Raupen trotz einiger Häutungen nicht, sterben jedoch erst nach längerer Zeit (bis zu einem Jahr) ab. BOURGOGNE nimmt an, daß dies die weiblichen Raupen sind. Ich teile diese Ansicht, da sich alle Eier entwickeln, aber nur etwa die Hälfte davon männliche Imagines ergibt. Über

das Verhalten von *Bruandia comitella* in Kreuzungen war bisher nichts bekannt. SEILER & PUCHTA (1956) berichten über ihre Versuche an der Psychidengattung *Solenobia*. Hier treten bei manchen artfremden Kreuzungen wohl auch Weibchen auf, die aber nicht fortpflanzungsfähig waren. Aus diesen und vielen anderen Kreuzungen an Lepidopteren läßt sich feststellen, daß nur artgleiche Eltern wirklich normal fertile F_1 - und F_2 -Generationen hervorbringen.

Auf diesen Tatsachen und den aus meinen Zuchtversuchen gewonnenen Ergebnissen begründe ich nun meine Artfeststellung, indem ich alles, was eine fertile F_1 -Generation mit normaler Entwicklung und einem Geschlechtsverhältnis von etwa 1 : 1 ergibt, als gleichartig betrachte. Die Artgleichheit zwischen verschiedenen Kulturen wird durch Kreuzung von Tieren aus denselben und durch morphologisch-anatomische Übereinstimmung festgestellt. In den meisten Fällen gelang es mir, die Fertilität bis zur F_2 -Generation zu prüfen. Außerdem gelangen mehrere $P \times F_1$ - und $F_1 \times F_2$ -Kreuzungen. Dies war möglich durch eine 2malige Überwinterung mancher Kulturen und einzelner Raupen sowie der Entstehung einer zweiten Generation von Imagines im gleichen Jahr, so daß dann Imagines aus verschiedenen Generationen gleichzeitig vorlagen.

Ich habe versucht, möglichst sämtliche voneinander abweichende Freilandformen zu kreuzen, und das ist für alle wichtigen Formen gelungen. Ich habe in diesem Zusammenhang jedoch keine Merkmale gefunden, die auf Rassencharakter schließen ließen, was jedoch nicht ausschließt, daß Rassenbildung tatsächlich vorliegen kann. Dafür sind aber genauere Analysen notwendig.

Die Kreuzungen wurden folgenden Kriterien unterworfen:

1. Es war zu prüfen ob eine Copula eingegangen wird oder nicht. Hier sei bemerkt, daß das Verhalten nicht genauer untersucht wurde. Vergleiche des Verhaltens setzen physiologisch gleichwertiges Material voraus. Die Prüfung dieses Zustandes ist schwierig. Es können Geschwister die Copula verweigern, während sie sich kurz nachher mit artfremden Partnern paaren. Das Copulationsverhalten ist daher kein sicheres Artkriterium. Eine Ausnahme bilden die Männchen von *B. comitella*, die regelmäßig artfremde Paarungen verweigern.

2. Werden Eier abgelegt? Trotz Copula erfolgt nicht immer Ablage. Dann war die Samenübertragung gestört. Wahrscheinlich bedeutet die Füllung des Receptaculum den auslösenden Faktor zur Eiablage. Jedenfalls waren alle abgelegten Eier besamt, auch bei artfremder Begattung.

3. Wie weit geht die Embryonalentwicklung? Die Schlüpftrate beträgt entweder über 95 %, oder aber die Embryonen sterben frühzeitig ab.

4. Sind die postembryonale Entwicklung und das Geschlechterverhältnis normal?

5. Wie ist die Fertilität der Imagines der verschiedenen Generationen?

Die Kreuzungsergebnisse lassen sich nach obigen Gesichtspunkten in 5 Typen einteilen, die zur Übersicht in Tabelle 2 schematisch angeordnet sind. Die Gliederung läßt zugleich die Zahl der vorliegenden Arten erkennen. Die Benennung der Arten habe ich nach morphologischen Merkmalen vorgenommen.

Tabelle 2 Schematische Übersicht der Kreuzungserfolge

♀	♂		
	<i>F. casta</i>	<i>F. crassiorella</i>	<i>B. comitella</i>
<i>F. casta</i>	92 Versuche (I.) normal fertil	8 Versuche (III.) nur ♂♂ 50 % Raupen gehen im dritten Stadium ein	29 Versuche (V.) eine Ablage ohne Ent- wicklung 28 ♂♂ zugesetzt keine Copula
<i>F. crassiorella</i>	6 Versuche (II.) nur ♂♂ 50 % Raupen gehen im ersten Stadium ein	48 Versuche (I.) normal fertil	7 Versuche (V.) eine Ablage ohne Ent- wicklung 6 ♂♂ zugesetzt keine Copula
<i>B. comitella</i>	7 Versuche (IV.) 6 Ablagen ohne Ent- wicklung eine Copula ohne Ablage	7 Versuche (IV.) 4 Ablagen ohne Ent- wicklung 3 Copulae ohne Ablage	25 Versuche (I.) normal fertil

Erläuterungen zu Tabelle 2:

Zu I. Sämtliche Versuche ergaben normale fertile Nachkommen. Das Verhältnis der Geschlechter ist rund 50 : 50. Diapause wird in der Regel eingehalten. Ausnahme bildet die schon genannte zweite Generation. Auf Grund der Fertilität, die auch bei Kreuzungen verschiedener Kulturen einer Gruppe besteht, und der guten morphologischen Übereinstimmung in denselben, sind diese Kulturen innerhalb der 3 Abschnitte als artgleich zu bezeichnen.

Zu II. Es entstehen nur Männchen, die sich ohne Diapause entwickeln. Die Zahl der Häutungen ist dabei verringert. Über 50 % der Raupen gehen im ersten Stadium ein. Es handelt sich um den Hybriden *püngeleri*.

Zu III. Es entstehen nur Männchen, die sich ohne Diapause entwickeln. Die Zahl der Häutungen ist verringert. Über 50 % der Raupen leben bis zu einem Jahr, häuten sich maximal 3mal, ohne aber zu wachsen, und gehen dann ein. Es liegt der Hybride *inversa* vor.

Zu IV. Trotz Copula erfolgt keine Ablage, oder die Gelege gehen schon in einem frühen Stadium der Embryonalentwicklung ein.

Zu V. Die Copula wird von den Männchen verweigert. Vielleicht spielen hier Unterschiede in den Sexualduftstoffen eine Rolle. Nur mit 2 verkrüppelten Männchen gelang es, eine Paarung einzuleiten. Von solchen Tieren ist bekannt, daß sie oft leichter in den Geschlechtskreis einklinken. Die Gelege aus diesen Kreuzungen waren besamt, die Embryonen starben aber ab.

Es dürfte damit deutlich gezeigt sein, daß nur die Versuche vom Typus I auf artgleichem Material beruhen. In Übereinstimmung mit den unten zu beschreibenden morphologisch-anatomischen Ergebnissen stelle ich fest, daß 3 gut unterscheidbare Arten, nämlich *Fumea casta*, *F. crassiorella*, *Bruandia comitella*, vorgelegen haben. Weiterhin kann gesagt werden, daß die beiden erstgenannten Formen relativ nahe verwandt sind, wogegen *B. comitella* abseits steht. Man kann die Nichtkreuzbarkeit von *B. comitella* mit den anderen Formen als Merkmal werten, daß die Errichtung einer eigenen Gattung für *comitella* neben anderen, morphologischen Merkmalen rechtfertigt.

Die 229 Einzelversuche und ihre Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3 Einzeldarstellung der Zuchtversuche

Die Signaturen der Zuchten haben folgende Bedeutung: Alle Individuen von einem Fundort wurden mit dessen Zeichen (vgl. p. 205) versehen und durchlaufend numeriert. Die F_1 habe ich mit dem Zeichen der Mutter versehen und hinter wieder durchlaufend numeriert, ebenso die F_2 usw. Es bedeutet also $151/2/1 : 151 = P-\varnothing$, $151/2 = F_1-\varnothing$, und $151/2/1 = F_2$. Die zugehörigen Väter sind nach dem gleichen System bezeichnet, treten jedoch nur in der Tabelle unter Männchen in Erscheinung. Gleiche Signaturen vor dem letzten / bedeuten Geschwister.

§ bezeichnet Kulturen, die eine unvollständige zweite Generation hervorbrachten

+ hinter Männchennummer bedeutet mehrmalige Copulation desselben.

Schlüpftrate ist der Prozentsatz der geschlüpften Eier. Sie beträgt in allen Fällen über 95% (hier mit etwa 100 bezeichnet).

Erfolgsrate der Imagines in Prozenten bezieht sich auf die Zahl der Eiraupen. Die niedere Individuenzahl mancher Kulturen ist von der für cytologische Zwecke fixierten Eier und der unterschiedlichen Reaktion auf die Kulturbedingungen abhängig (vgl. p. 204). Anzahl und Zeitpunkt der Fixierung sind unter Bemerkungen angegeben.

Ausgesetzt bedeutet, daß die Kultur bis zur Diapause normal verlief, dann aber aus Platzmangel im Freiland ausgesetzt wurde.

Begonnen bedeutet, daß sich die genannten Zuchten bei Abschluß der Arbeit bis zum dritten Raupenstadium normal entwickelt hatten.

Die Zuchten sind nach Arten geordnet.

<i>casta</i> , Typ I		Schlüpftrate in % ex ovo	Erfolgsrate in % Imagines	Anzahl		Bemerkungen
♀	♂			♂	♀	
29	6	—				alle Eier fix. (3 Std.)
42	80+	100	40,0	6	4	20 Eier fix. (3 Std.)
52	4	100	53,0	14	14	16 Eier fix. (20 Std.)
53	35	100	ausgesetzt			

♀	♂	Schlüpfrate in % ex ovo	Erfolgsrate in % Imagines	Anzahl		Bemerkungen
				♂	♀	
60	13	100	55,0	12	9	40 Eier fix. (3 Std.)
74	47	100	54,3	14	12	16 Eier fix. (0,5 Std.)
75	71	100	62,4	18	19	20 Eier fix. (3 Std.)
78	15	—				alle Eier fix. (0,5 Std.)
81	17	—				alle Eier fix. (3 Std.)
92	80+	100	64,5	12	17	25 Eier fix. (0,5 Std.)
93	113	—				alle Eier fix. (9 Std.)
104	88	—				alle Eier fix. (6 Std.)
108	91	—				alle Eier fix. (3 Std.)
126	45+	100	74,2	11	15	24 Eier fix. (0,5 Std.)
128	109	100	67,5	12	15	30 Eier fix. (3 Std.)
133	148+	100	64,0	8	8	42 Eier fix. (3 Std.)
135	55	100	48,0	3	10	31 Eier fix. (20 Std.)
136	59	100	64,1	12	13	26 Eier fix. (3 Std.)
141	43	100	71,0	8	14	27 Eier fix. (20 Std.)
145	45+	100	40,0	5	5	32 Eier fix. (3 Std.)
151	148+	100	44,2	6	9	22 Eier fix. (5 Std.)
203	204	100	ausgesetzt			
206	Freiland	100	90,5	44	40	
161	Freiland	100	60,5	21	8	
167	Freiland	100	54,0	12	22	
168	Freiland	100	50,0	8	10	31 Eier fix. (3 Std.)
195	Freiland	100	50,0	5	13	28 Eier fix. (Embryo)
52/7	52/8+	100	28,7	5	6	42 Eier fix. (3 Std.)
52/9	52/8	100	ausgesetzt			
52/14	52/12+	100	52,5	13	16	
52/15	52/12+	100	32,1	4	7	35 Eier fix. (0,5 Std.)
60/1	60/2	100	ausgesetzt			
60/9	60/8	100	48,3	5	7	26 Eier fix. (3 Std.)
§ 60/11	206/42	100	49,0	6	8	15 Eier fix. (3 Std.)
60/12	206/51	100	46,2	9	10	26 Eier fix. (3 Std.)
74/3	74/1	100	ausgesetzt			
74/4	74/2	100	ausgesetzt			
§ 75/5	75/15+	100	34,5	8	9	
75/6	75/15+	100	ausgesetzt			
§ 135/10	135/9	100	42,5	11	12	
135/11	161/5	100	37,7	7	12	
141/43	206/18/3	100	ausgesetzt			
§ 151/2	206/47	100	43,0	8	11	
161/4	161/5	100	44,2	6	9	23 Eier fix. (0,5 Std.)
161/18	161/17	100	ausgesetzt			
161/24	161/22	100	ausgesetzt			
161/28	52/21	100	41,5	10	9	
167/23	167/22	100	52,5	8	5	10 Eier fix. (3 Std.)

♀	♂	Schlüpfrate in % ex ovo	Erfolgsrate in % Imagines	Anzahl		Bemerkungen
				♂	♀	
167/27	167/26+	100	ausgesetzt			
167/28	167/26+	100	54,2	9	11	18 Eier fix. (20 Std.)
168/3	168/2	100	38,6	10	9	
195/3	195/?	100	42,7	8	9	
195/4	195/2	100	ausgesetzt			
195/5	195/7+	100	ausgesetzt			
195/6	195/7+	100	ausgesetzt			
195/18	206/18/3	100	43,1	9	12	
§ 206/5	206/4	100	48,5	11	6	30 Eier fix. (3 Std.)
§ 206/12	60/6	100	51,5	10	5	26 Eier fix. (3 Std.)
206/16	206/15	100	43,6	11	13	
§ 206/18	206/17	100	57,6	17	12	
§ 206/29	206/24	100	36,8	8	8	
206/30	206/25	100	ausgesetzt			
§ 206/35	206/39+	100	62,0	23	11	
§ 206/36	206/39+	100	32,1	9	8	
§ 206/37	206/40+	100	52,5	5	8	27 Eier fix. (3 Std.)
206/38	206/40+	100	ausgesetzt			
206/41	206/42	100	ausgesetzt			
§ 206/44	206/48	100	63,5	16	19	
206/45	206/49	100	ausgesetzt			
§ 206/46	206/50	100	33,0	7	10	
206/68	60/11/1	100	34,6	11	8	
151/2/1	206/31/1	100	52,0	10	15	
206/18/6	206/18/5	100	44,2	10	11	
206/44/3	206/44/2	100	38,2	8	6	
135/10/4	135/10/3	100	begonnen			
135/10/5	135/10/8+	100	begonnen			
135/10/6	135/10/8+	100	begonnen			
151/2/6	151/2/5	100	begonnen			
151/2/12	151/2/11	100	begonnen			
167/23/3	167/23/2	100	begonnen			
206/29/8	206/29/7	100	begonnen			
206/35/21	206/35/20	100	begonnen			
206/35/25	206/35/24+	100	begonnen			
206/35/26	206/35/24+	100	begonnen			
206/35/33	206/35/32	100	begonnen			
206/36/9	206/36/8	100	begonnen			
206/44/3	206/44/2	100	begonnen			
206/44/18	206/44/16	100	begonnen			
206/44/19	206/44/17	100	begonnen			
206/46/5	206/46/4	100	begonnen			
206/46/8	206/46/7	100	begonnen			
206/68/1	206/68/2	100	begonnen			

crassiorella, Typ I

♀	♂	Schlüpfrate in % ex ovo	Erfolgsrate in % Imagines	Anzahl		Bemerkungen
				♂	♀	
1	113	100	61,0	15	16	25 Eier fix. (0,5 Std.)
T 44	T 38+	100	87,0	37	37	10 Eier fix. (3 Std.)
T 34	T 38+	100	82,2	44	30	
K 148	K 136	100	70,0	31	29	
150	147	100	73,3	24	28	12 Eier fix. (3 Std.)
150/3	K 31	100	70,7	24	22	15 Eier fix. (3 Std.)
K 45	K 44	100	87,3	25	30	22 Eier fix. (3 Std.)
K 55	Ga 7	100	83,5	35	41	
T 34/3	T 34/2	100	begonnen			
T 34/11	T 34/8	100	begonnen			
T 34/12	T 34/9	100	begonnen			
T 34/13	T 34/10+	100	begonnen			
T 34/14	T 34/10+	100	begonnen			
T 34/17	T 34/16	100	begonnen			
T 34/21	T 34/24+	100	begonnen			
T 34/22	T 34/24+	100	begonnen			
T 34/23	T 34/24+	100	begonnen			
T 34/27	T 34/25	100	begonnen			
T 34/28	T 34/26	100	begonnen			
T 34/30	T 34/29	100	begonnen			
T 44/4	T 44/6+	100	begonnen			
T 44/5	T 44/6+	100	begonnen			
T 44/9	T 44/8	100	begonnen			
T 44/12	T 44/11	100	begonnen			
T 44/17	T 44/16+	100	begonnen			
T 44/18	T 44/16+	100	begonnen			
T 44/19	T 44/16+	100	begonnen			
T 44/20	T 44/21	100	begonnen			
K 45/2	K 45/1	100	begonnen			
K 45/5	K 45/6	100	begonnen			
K 45/7	K 45/9+	100	begonnen			
K 45/8	K 45/9+	100	begonnen			
K 45/15	K 45/12	100	begonnen			
K 45/16	K 45/13	100	begonnen			
K 45/17	K 45/14	100	begonnen			
K 45/22	K 45/24	100	begonnen			
K 55/3	K 55/2	100	begonnen			
K 55/6	K 55/5	100	begonnen			
K 55/8	K 55/7	100	begonnen			
K 55/13	K 55/14	100	begonnen			
K 148/11	K 148/10	100	begonnen			
K 148/13	K 148/12	100	begonnen			
150/3/2	150/3/1	100	begonnen			

♀	♂	Schlüpftrate in % ex ovo	Erfolgsrate in % Imagines	Anzahl ♂ ♀	Bemerkungen
150/3/5	150/3/4	100	begonnen		
150/3/7	150/3/8	100	begonnen		
150/3/11	150/3/10	100	begonnen		
150/3/15	150/3/12	100	begonnen		
150/3/16	150/3/13	100	begonnen		

comitella, Typ I

K 1	K 2	100	44,0	6	5	25 Eier fix. (3 Std.)
K 6	K 5	100	40,0	8	10	
K 47	K 46	100	30,8	9	7	
M 10	M 11	100	45,4	7	8	22 Eier fix. (0,5 Std.)
T 19	T 20	100	42,9	6	6	20 Eier fix. (3 Std.)
T 46	T 45+	100	36,1	6	7	23 Eier fix. (3 Std.)
T 47	T 45+	100	39,3	12	10	
T 55	T 52	100	37,0	3	7	26 Eier fix. (0,5 Std.)
T 56	T 51	100	43,3	8	9	16 Eier fix. (20 Std.)
T 65	T 64	100	36,6	12	10	
T 70	T 68	100	43,6	8	10	
T 76	C 36	100	29,2	7	7	
C 5	C 4	100	37,5	6	3	12 Eier fix. (3 Std.)
C 9	T 75	100	55,0	6	5	25 Eier fix. (3 Std.)
C 18	C 17	100	34,8	8	6	
K 1/1	K 1/2	100	begonnen			
K 1/4	K 1/3	100	begonnen			
K 6/4	K 6/3	100	begonnen			
K 47/6	K 47/4	100	begonnen			
T 19/3	T 19/1	100	begonnen			
T 47/9	T 47/10	100	begonnen			
T 65/6	T 65/7	100	begonnen			
C 5/3	C 5/4	100	begonnen			
C 9/2	C 9/1	100	begonnen			
C 9/4	C 9/3	100	begonnen			

crassirella ♀ × *casta* ♂, Typ II

K 3	195/1	100	15,4	10	0	20 Eier fix. (6 Std.)
K 48	Ma 1	100	8,5	5	0	20 Eier fix. (9 Std.)
K 60	Ma 7	100	eingegangen			
K 72	Ga 8	100	10,3	6	0	
T 22	161/6	100	22,2	7	0	25 Eier fix. (20 Std.)
5	119	100	33,4	25	0	

casta ♀ × *crassirella* ♂, Typ III

K 23	K 31	100	16,3	7	0	
K 63	K 62	100	10,0	5	0	

♀	♂	Schlüpfrate in % ex ovo	Erfolgsrate in % Imagines	Anzahl ♂ ♀	Bemerkungen
M 22	Ga 31	100	9,4	6 0	
Ga 45	Ga 44	100	8,1	4 0	20 Eier fix. (3 Std.)
75/11	K 43	100	16,5	14 0	
75/3	K 4	100	8,0	4 0	26 Eier fix. (6 Std.)
126/10	Ga 29	100	8,3	4 0	16 Eier fix. (20 Std.)
195/8	K 41	100	15,8	13 0	

♀	♂	Copula	Eiablage	Schlüpfrate	Bemerkungen
<i>casta</i> ♀ × (<i>casta</i> ♀ × <i>crassiorella</i> ♂) ♂ Rückkreuzung!					
206/16/5	195/8/1	+	+	—	♂ steril

comitella ♀ × *casta* ♂, Typ IV

K 13	75/17	+	+	—	
T 43	161/12	+	+	—	
K 57	Ma 4	+	+	—	
K 58	Ma 5	+	+	—	
T 28	161/5	+	+	—	
T 33	161/9	+	+	—	
M 19	Ick 2	+	—		

comitella ♀ × *crassiorella* ♂, Typ IV

K 11	K 10	+	+	—	
M 18	Ga 30	+	+	—	
K 19	K 30+	+	+	—	
K 22	K 30+	+	+	—	
T 29	K 4	+	+	—	
T 42	K 10	+	—		
C 33	K 33	+	—		

casta ♂ × *comitella* ♂, Typ V

75/4	K 5	+	+	—	♂ verkrüppelt
Dazu 28 Versuche aus verschiedenen Kulturen —					

crassiorella ♀ × *comitella* ♂, Typ V

K 34	K 35	+	+	—	♂ verkrüppelt
Dazu 6 Versuche aus verschiedenen Kulturen —					

Kreuzungen zwischen *Fumea casta* und *F. crassiorella* scheinen gelegentlich im Freiland vorzukommen. Dafür spricht die relativ große Affinität der beiden Arten zueinander sowie deren sympatrisches Vorkommen und die gleiche Erscheinungszeit der Imagines. Prof. Nüesch trug laut Mitteilung in lit. ein Gelege aus dem Freiland ein, das noch im gleichen Jahr nur Männchen ergab. Dabei kann es sich nur um eine Artkreuzung gehandelt haben.

V. Bemerkungen zur Cytologie der Kreuzungen

Eine genaue Analyse der Cytologie konnte aus Materialmangel nicht durchgeführt werden. Die wenigen gewonnenen Ergebnisse sollen hier kurz beschrieben werden.

Sämtliche abgelegten Eier waren besamt. Meist konnten mehrere Spermatozoen in einem Ei nachgewiesen werden. Polyspermie scheint die Regel zu sein.

In den Kreuzungen scheinen sich die Chromosomensätze der Eltern zu addieren. Ich konnte die diploide Zahl von etwa 60 feststellen. Genaue Zahlenwerte sind infolge der Vielzahl und der Kleinheit der Chromosomen sehr schwer zu ermitteln. Die hybriden Männchen sind wohl wegen mangelnder Chromosomenkonjugation steril. Auf Grund der artlich verschiedenen Termine des Schlüpfens der Imagines gelang nur eine Rückkreuzung eines Hybriden mit der Ausgangsart. Die abgelegten Eier starben während der Embryonalentwicklung ab. Das schlechte Wachstum der weiblichen Hybridenraupen kann auf das Versagen des endokrinen Systems zurückzuführen sein.

Alle hybriden Kreuzungen mit *B. comitella*, bei denen die Embryonen frühzeitig eingingen, zeigten im Blastoderm neben normalen diploiden Sätzen bis zu 40 % haploide Kerne. Da deren Chromosomenzahl immer nur 30 betrug, können sie nicht vom männlichen Vorkern abstammen, da dieser 31 besitzt. Ob eine Befruchtung stattfindet oder ob die diploiden Kerne von einem Richtungskopulationskern abstammen, konnte ich nicht feststellen. Dieser ist nach SEILER das Verschmelzungsprodukt des zweiten Richtungkörpers mit einem Abkömmling des ersten, das bei manchen parthenogenetischen Psychiden (*Solenobia*) zur Aufregulierung der Chromosomenzahl nach der Reduktionsteilung im Ei dient. Der eigentliche weibliche Eikern geht dabei zugrunde.

VI. Morphologischer Teil

Die Beschreibung der Morphologie bezieht sich zunächst auf *Fumea casta*. Dort, wo Abweichungen der beiden anderen Arten auftreten, wird darauf hingewiesen. Da bisher nur wenige morphologische Einzelheiten bekannt waren, muß dieser Teil ausführlich gehalten werden. Die vorliegenden Untersuchungen behandeln nur die Antennen, die Beine und die Flügel.

1. Der Kopf

Die Kopfkapsel des Männchens (Abb. 2a, b) ist im Umriß annähernd trapezförmig mit der größten Breite in Höhe der Augen (Au). Zum Occiput hin verringert sich ihr Durchmesser. Sie ist mesotrem und durch einen deutlichen Halsteil vom

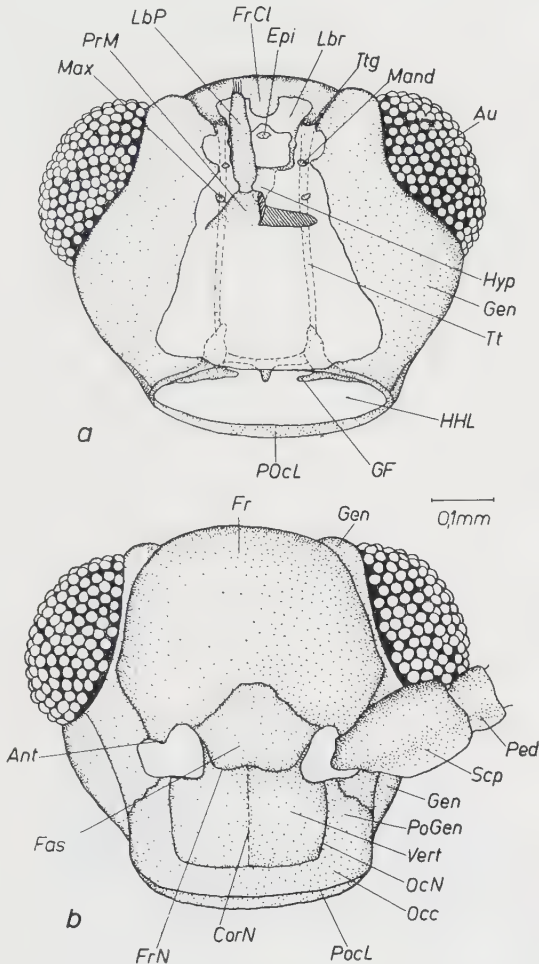


Abb. 2. Männliche Kopfkapsel von *Fumea casta* (Vergr. 1: 80). a) Ventralansicht, b) Dorsalan-sicht.

Au Auge, *Ant* Antennifer, *CorN* Coronarnaht, *Epi* Epipharynx, *Fas* Fastigium, *Fr* Frons, *FrCl* Frontoclypeus, *FrN* Frontalnaht, *Gen* Gena, *GF* Gelenkfortsatz, *HHL* Hinterhauptloch, *Hyp* Hypopharynx, *LbP* Labialpalpus, *Lbr* Labrum, *Mand* Mandibel, *Max* Maxille, *Occ* Occiput, *OccN* Occipitalnaht, *Ped* Pedicellus, *PocL* Postoccipitalleiste, *PoGen* Postgena, *PoM* Postmentum, *PrM* Praementum *Scp* Scapus, *Tt* Tentorium, *Ttg* Tentorialgrube, *Vert* Vertex.

Thorax abgesetzt. Ocellen und Chetosema fehlen. Die Sklerotisierung und die Nähteausbildung sind relativ schwach; am stärksten bei *F. casta*, am schwächsten bei *B. comitella*. Das der Ventralseite genäherte Hinterhauptloch (HHL) wird dorsal und lateral von der Postoccipitalleiste (PocL) begrenzt. Davor liegt das Occiput (Oce), das zusammen mit der Postgena (PoGen) die stark gewölbte Vertex (Vert) U-förmig umgibt und durch die Occipitalnaht (OcN) davon getrennt wird. Auf der Vertex ist median die Coronarnaht (CorN) angedeutet. Zwischen den Antennengruben zieht vor der Vertex die Frontalnaht (FrN). Dann folgt davor ein Sklerit von dreieckigem Umriß, das wohl der Frons angehört, von dieser aber deutlich getrennt ist. Der Lage nach entspricht es einem Sklerit, das von SNODGRASS (1938) Fastigium (Fas) und von SCHRÖDER (1925) Postfrons genannt wird. Die Stirn wird von einem einheitlichen Frontoclypeus gebildet (FrcL). Um die Augen ziehen die Genae (Gen), von den Postgenae durch eine Fortsetzung der Occipitalnaht getrennt. Hinter dem Auge liegt eine Falte, die die Gena scheinbar teilt. Lateral des Clypeus befinden sich die Tentorialgruben (Ttg), von denen die Arme des Tentoriums gerade nach hinten verlaufen, an der Postoccipitalleiste dorsad umknicken und mit den Kehlspornen (GF) derselben verschmelzen. Den ventralen Abschluß des Hinterhauptlochs bildet ein Querarm, das Corpotentorium (CTt), das median einen Zapfen trägt.

Die Mundgliedmaßen sind stark rückgebildet. Das Labrum (Lbr) ist undeutlich, ebenso der Epipharynx (Epi). Dagegen reicht der Hypopharynx (Hyp) als kräftige Platte weit in die Kopfkapsel hinein. Der Mund ist nicht verschlossen. Beiderseits der Präoralhöhle liegen je 2 kleine Zapfen, die vorderen sind Reste der Mandibeln (Mand), die hinteren die Maxillen (Max). Median dahinter erhebt sich als Wulst das Praementum (PrM), das die eingliedrigen Labialpalpen (LbP) trägt. Ihr terminales

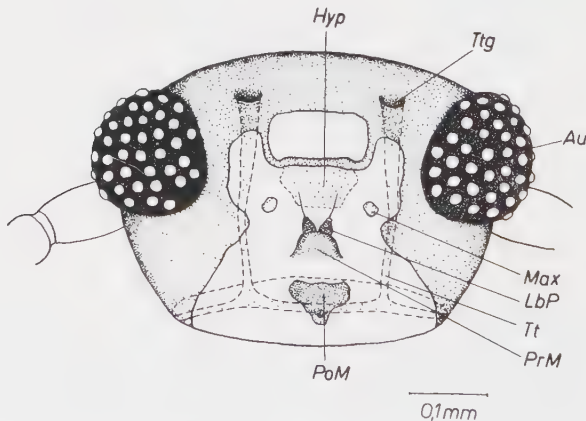


Abb. 3. Weibliche Kopfkapsel von *Fumca casta* (Vergr. 1 : 100). Ventralansicht, Abkürzungen wie zu Abb. 2. *PoM* Postmentum.

Ende wird von einer Gruppe von Sinneshaaren eingenommen. Die übrige Ventralwand ist membranös.

Der Kopf ist überall dicht beschuppt. Auf Frons, Vertex und Palpen sind die Schuppen lang und schmal, sonst kürzer und breiter.

Die Kopfkapsel der Weibchen (Abb. 3) ist kürzer, gerundet und pantotrem. Sie sitzt ohne Halsteil dem Thorax an. Die Sklerotisierung ist schwach, die Nähte sind fast völlig geschwunden. Die Augen sind kleiner mit weit weniger Facetten als beim Männchen. Nach NÜESCH (1947) besitzt das Männchen von *Fumea casta* 462 Facetten, das Weibchen dagegen nur 102.

Die Mundteile sind ebenfalls stark reduziert. Mandibeln fehlen völlig, Maxillen sind in variabler Gestalt vorhanden. Es sind meist ungegliederte kleine Zapfen, die manchmal kurze Borsten tragen können. Die Labialpalpen sind kleine Knospen, die eine oder mehrere Borsten aufweisen. Ein Postmentum liegt als dreieckige Platte dahinter (Pom). Labrum und Epipharynx sind nicht erkennbar. Der Hypopharynx entspricht dem des Männchens, ebenso die Ausbildung des Tentoriums. Jedoch ist nur bei *F. casta* ein medianer Zapfen auf dem Corpotentorium zu finden.

Die Beschuppung ist spärlich. Sie ist nur auf der Frontalregion deutlich und besteht aus sehr kleinen und kurzen Schuppen. Diese werden jedoch schon beim Schlüpfen größtenteils abgerieben und sind an konservierten Exemplaren nur selten vorhanden.

2. Die Antennen

Als wichtiges systematisches Merkmal wurden die Antennen der Männchen bezüglich ihrer Gliederzahl und Beschuppung von CHAPMAN (1900), TUTT (1900), NÜESCH (1947) und LEWIN (1949) beschrieben. Diese Angaben sind zu ergänzen und zu berichtigen.

Die Antennen der Männchen (Abb. 4a, b) sitzen in ihren Gruben auf einem ventralen monocondylen Gelenkzapfen, dem Antennifer (Ant. Abb. 2), der ihnen große Beweglichkeit verleiht. Es sind Geißelantennen mit einem tonnenförmigen Scapus (Scp) und einem kleineren Pedicellus (Ped). Die Geißelglieder sind gleichförmig mit einem Paar Fiedern besetzt, die dem proximalen Teil der Glieder entspringen. Nur das letzte Glied, das sehr selten fehlt, ist ungefiedert. Die Fiedern des ersten bzw. ersten und zweiten Gliedes können rückgebildet sein oder fehlen. Diese Glieder neigen zudem zu Verschmelzungen, die an den Resten von Einkerbungen zu erkennen sind. Diese Tatsachen wurden häufig übersehen, so daß oft falsche Angaben über die Gliederzahl gemacht wurden.

Zwischen Scapus und Pedicellus liegt auf der Außenseite ein rundes Sklerit, das wohl eine Hemmvorrichtung ist. Dorsal und lateral findet man auf der Basis des Scapus Gruppen kurzer Borsten. Ebensolche sind dorsal und auf der Innenseite der Basis des Pedicellus. Außerdem kommen sie dort noch zerstreut vor. Man kann sich

in Analogie zu Hymenopteren vorstellen, daß diese Sensillenfelder von jeweils etwa 20 Borsten die Fühlerstellung registrieren. Schaft und Fiedern sind dorsal beschuppt. Die ebenfalls zu den Fumeinae gerechneten Gattungen *Proutia* Tutt und *Bacchia* Tutt haben unbeschuppte Fiedern.

Folgende Sensillen sind morphologisch unterscheidbar:

1. Lange Borsten (etwa $100\mu\text{m}$). Sie sind S-förmig gebogen und treten zahlreich auf Ventral- und Lateralseite von Schaft und Fiedern auf (Lb).
2. Sinneshaare (etwa $10\text{--}25\mu\text{m}$). Sie sind dünnwandig und gerade. Sie liegen meist am distalen Teil der Fiedern in 3—5-Zahl (Stb).
3. Basiconische Sensillen (etwa $3,5\mu\text{m}$). In gleicher Anordnung wie vorige am distalen Ende der Fiedern. Manchmal auch auf dem Schaft (vor allem bei *B. comitella*) (Sb).
4. In der Membran zwischen den Gliedern findet sich ein Kranz feiner Dörnchen. Ob dies Hemmvorrichtungen oder Sensillen sind, ist morphologisch nicht entscheidbar [vgl. SCHNEIDER & KAISLING (1957)].
5. Coeloconische Sensillen. Meist eine ventral am distalen Teil der Glieder des äußeren Fühlerdrittels.
6. Kurze Borsten, die es nur auf den Sensillenfeldern auf Scapus und Pedicellus gibt.

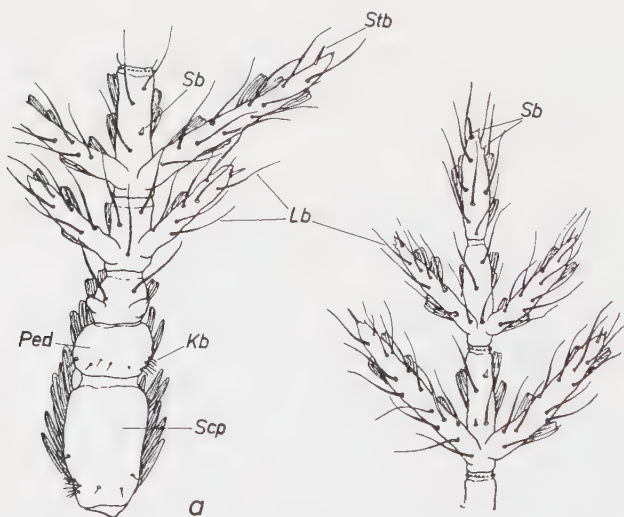


Abb. 4. Rechter männlicher Fühler von *casta* (Vergr. 1: 100). a) Basis, b) Fühlerspitze, Ventralansicht.

Kb kurze Borste, *Lb* lange Borste, *Ped* Pedicellus, *Scp* Scapus, *Sb* Sensilla basiconica, *Stb* Sensilla trichodea.

Die Länge der Fühler ist von der Gliederzahl abhängig, da die Länge der Glieder der einzelnen Arten nicht signifikant verschieden ist. Die taxonomische Verwertbarkeit der Fühlermerkmale wird im systematischen Teil abgehandelt.

Die Antennen der Weibchen (Abb. 5a, b, c, d) sind einfacher als bei den Männchen gebaut, nicht gefiedert, kürzer und mit weniger Gliedern, die zu Verschmelzungen neigen. An Sensillen findet man nur eine oder wenige kurze Borsten am Fühlerende. Schuppen sind selten in geringer Anzahl vorhanden. Ein Antennifer fehlt, ebenso das Hemmsklerit zwischen Scapus und Pedicellus. Es ist fraglich, ob solche Antennen noch sensorische Aufgaben erfüllen. Sie sind taxonomisch verwertbar. Ihr spezifischer Bau wird im systematischen Teil beschrieben.

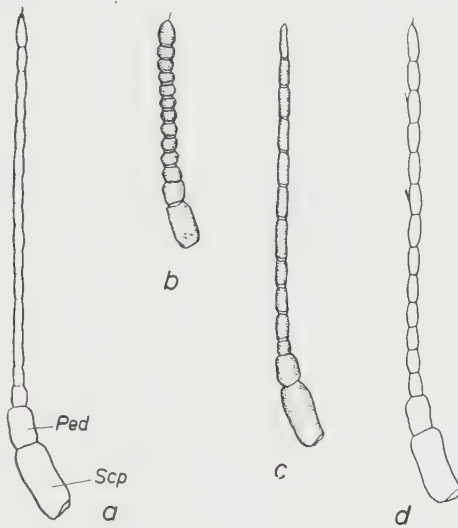


Abb. 5. Weiblicher Fühler von a) *crassiorella*, b) und c) *casta*, d) *comitella*. Abkürzungen wie Abb. 4 (Vergr. 1 : 65).

3. Die Halsregion

Sie ist beim Männchen gut ausgebildet und setzt den Kopf deutlich vom Thorax ab. Lateral wird die Halshaut von schmalen, S-förmigen Laterocervicalia (Abb. 6, LCerv) gestützt, die vorne an den Kehlspornen, hinten an den Vorderrand des Episternums gelenken. In der Mitte sitzen ventrad nach hinten gekrümmte Arme, Intercervicalia, die medioventrad zwischen die praecoxalen Brücken greifen, aber nicht miteinander verbunden sind. Sie bilden einen Hebelmechanismus zur Bewegung des Kopfs. Nach WEBER (1954, p. 63) sind an ihrer Bildung Labialsegment und Prothorax beteiligt.

Den Weibchen fehlen Halsregion und Cervicalia völlig.

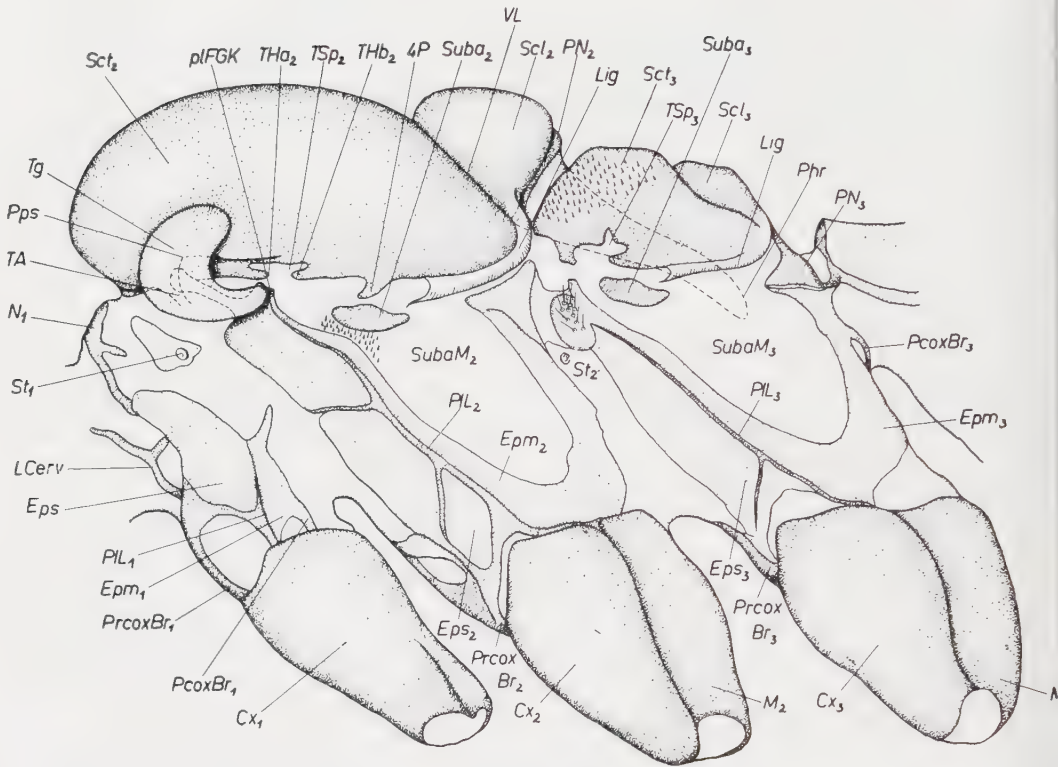


Abb. 6. Männlicher Thorax von *casta*. Linke Seite (Vergr. 1 : 50).

Cx Coxa, *Epm* Epimerum, *Eps* Episternum, *LCerv* Laterocervicale, *Lig* Ligament, *M* Meron, *N* Notum, *P* Pterale, *PcoxBr* postcoxale Brücke, *Phr* Phragma, *plFGK* pleurales Flügelgelenk, *PIL* Pleuralleiste, *PN* Postnotum, *Pps* Parapsidalleiste, *PrcoxBr* praecoxale Brücke, *Scl* Scutellum, *Sct* Scutum, *St* Stigma, *Suba* Subalar, *SubaM* Subalarmembran, *TA* Tergalarm, *Tg* Tegulum, *THa* + *THb* vorderer und hinterer Tergalhebel, *TSp* Tergalspalt, *VL* V-Leiste.

4. Der Thorax

Der Thorax der Männchen (Abb. 6) zeigt die typischen Züge der Pterygota mit dem für die Lepidoptera eigentümlichen Bauplan. Der Prothorax ist klein und als ungeflügeltes Segment einfacher gestaltet als die folgenden Segmente. Das Pronotum (N_1) ist eine schmale Spange, die lateral mit dem Episternum (Eps_1) verbunden ist. Episternum und Epimerum (Epm_1) werden durch eine schwache Pleuralleiste (PIL_1) geteilt. Darüber liegt in der Membran ein schwaches dreieckiges Sklerit, das das Stigma 1 (St_1) trägt. Das Sternum ist nicht zu einem Sternalgrat eingefaltet. Es steht durch prae- und postcoxale Brücken ($PrcoxBr_1$, $PcoxBr_1$) mit den Pleuralskleriten in Verbindung. Im Innern fällt die Furca (Fu_1) (Abb. 15) auf, die sich über dem Hinterrand des Sternums als querliegender Wulst erhebt. Sie sendet laterad 2 Arme,

die mit dem hinteren Arm des Epimerums verschmelzen. Auf den Furcaarmen sitzen dorsale Zapfen, die als Muskelansatz dienen. Median von der Furcabasis verläuft nach hinten eine Einfaltung, die von WEBER (1928) als Spina bezeichnet wird.

Der Mesothorax ist das größte Segment. Das mächtige, stark gewölbte Scutum (Sc_2) wird vorne von der schmalen Einfaltung des Mesopraephragmas begrenzt. Nach hinten wird durch die V-Leiste (VL) das Scutellum (Sc_2) abgeteilt. Durch eine schmale Membran getrennt und teilweise durch das Metanotum verdeckt, folgt als letztes das Postnotum (PN_2), dessen größte Ausstreckung, als Mesopostphragma (Phr_2) ventro-caudad gerichtet, im Innern des Thorax liegt. Lateral ist der Tergalarm (TA) kurz, er reicht nicht mehr an das Episternum. Das Tergum stützt sich auf eine Verlängerung der Pleuralleiste. Ein anderer Fortsatz der Pleuralleiste (PILf) trägt das nierenförmige Tegulum (Tg), das mit seiner Einbuchtung die Flügelwurzel vorne umgreift. Hinter dem Tegulum ist ein kurzes Stück der Parapsidalleiste (Pps) ausgebildet. Am Lateralrand des Scutums findet sich das Flügelgelenk mit vorderem und hinterem Tergalhebel (THa, THb) und dem dazwischenliegenden Tergalspalt (TSp). Dahinter ist das mit dem Scutum verschmolzene Pterale 4 (4P) als Ausbuchtung erkennbar. Der Hinterrand des Scutellums steht durch das Flügelligament (Lig) mit den Flügeln in Verbindung. Die Pleura wird durch die Pleuralleiste in Episternum und Epimerum geteilt. Dorsadwärts ist von ersterem durch eine schräge Naht (Mesopraecapodem WEBER 1928) das Anepisternum abgeteilt, welches, an seinem dorsalen Ende nach innen umgeschlagen, eine Sehnenkappe bildet, die als Muskelsprung dient. Die Pleuralleiste (PIL) bildet dorsal das pleurale Flügelgelenk (plFGK), ventral das pleurale Hüftgelenk. Das Epimerum (Epm_2) umschließt V-förmig die Subalarmembran ($SubaM_2$ nach SAUTER 1956, p. 465). Diese trägt dorsal das Subalare ($Suba_2$). Darunter liegt ein Feld feiner Dornen. Die Sternalregion ist nach innen zu dem Sternalgrat (Cryptosternie) eingefaltet (vgl. Abb. 15) Das Sternum ist durch praecoxale Brücken mit dem Episternum verbunden. Im Innern finden wir in ähnlicher Ausbildung wie im Prothorax die Furca. Ihre dorsale Apophyse ist distal verbreitet. Eine Spina fehlt.

Der Metathorax ist kleiner, aber von gleicher Konstruktion. Das Notum ist kürzer, aber normal geteilt in Scutum, Scutellum und Postnotum. Das Scutum trägt lateral ein Feld feiner Dornen unbekannter Funktion. Flügelgelenk und Ligament entsprechen dem Mesothorax. Das Metapostphragma ist nur lateral ausgebildet und deshalb 2teilig. Die Subalarmembran ist nicht bedornt. Am dorsalen Ende des Episternums fällt die gerundete Sehnenplatte auf, die eine Gruppe langer Borsten trägt. Dahinter liegt in der Membran das Stigma 2 (St_2). Das Sternum ist wie im Mesothorax geteilt in Sternalgrat und Basisternit. Die Furca (Abb. 15) besteht aus einem medianen nach vorn gerichteten Arm als Verlängerung des Sternalgrats und trägt eine horizontale Platte mit 2 lateralen Zapfen. Seitlich führen von dieser Platte die beiden Furcaarme zum Epimerum.

Die Coxen (Cx) sind mächtig entwickelt. Ein pleurales Hüftgelenk ist in typischer Form nicht ausgebildet, der Dorsalrand der Coxen liegt vielmehr in längerer Ausdehnung den Pleuralskleriten an. Die Beweglichkeit ist gering. Die Procoxa ist ungegliedert, Meso- und Metacoxa sind in Eucoxa (Cx) und Meron (M) geteilt. Die Basicostae sind schmal. Ein Sternocoxale ist nicht abgegliedert.

Der Thorax ist dorsal dicht mit schmalen langen Schuppen besetzt. Am Pronotum sind sie aufgestellt und bilden einen Kragen. Die pleuralen und sternalen Teile sind weniger dicht mit kurzen breiten Schuppen bekleidet.

Der Thorax der Weibchen ist im Zusammenhang mit dem Verlust des Flugvermögens und der fast völligen Reduktion der Flügel weit einfacher gebaut. Über seine Entwicklungsgeschichte hat NÜESCH (1947) berichtet, der auch Angaben über die Morphologie der Flügel macht. Die Tergite (Abb. 7 und 16) sind einfache ungegliederte Platten, die ihre Längswölbung verloren haben. Ihre Seitenränder, die wegen ihrer

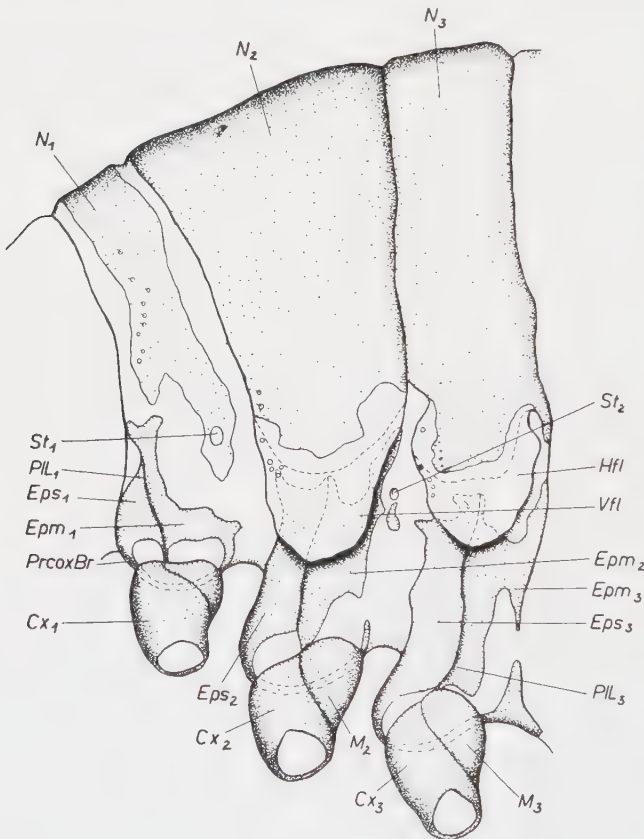


Abb. 7. Weiblicher Thorax von *casta*. Linke Seite (Vergr. 1: 65). Abkürzungen wie Abb. 6.

geringen Sklerotisierung schwer abgrenzbar sind, zeigen nur noch Andeutungen der Flügelgelenke. Phragmen fehlen. Tegulum, Pteralia und Subalare sind verschwunden. Die Pleuralsklerite sind weniger differenziert als beim Männchen. Die Epimera (Epm) haben ihre V-Form fast völlig eingebüßt. Sehnenkappen fehlen, ebenso die Sensillengruppen und Dornfelder. Das Stigma 1 (St_1) liegt am Lateralrand des Notums 1 (N_1), das zweite in der Membran zwischen Meso- und Metapleura. Die Sterna sind ebenfalls stark vereinfacht. Sie ziehen bei *Fumea casta* und *F. crassiorella* ohne Spur eines Sternalgrats zwischen den Coxen. Bei *Bruandia comitella* ist ein solcher, wenn auch von geringer Höhe, auf Meso- und Metasternum vorhanden (vgl. Abb. 17a, b; Abb. 32a, b). Am Prosternum tritt er nur selten in Erscheinung. Von außen ist der Grat als mediane Längsnaht zu erkennen. Diese Tatsache ermöglicht es, das Weibchen von *B. comitella* leicht von den beiden anderen Arten zu unterscheiden. Sternum und Episternum sind durch praecoxale Brücken (PrecoxBr) verbunden.

Die Coxen sind klein. Basicosta, Meral- und Coxalnaht sind schwach entwickelt. Ein Sternocoxale fehlt.

Die Beschuppung ist spärlich und geht leicht verloren. Sie ist hauptsächlich auf Pro- und Mesonotum beschränkt. Sie besteht aus kurzen schmalen Schuppen von weißlicher Farbe. Die übrigen Teile sind kahl. Die stärkste Beschuppung findet man bei *B. comitella*, die schwächste bei *F. casta*.

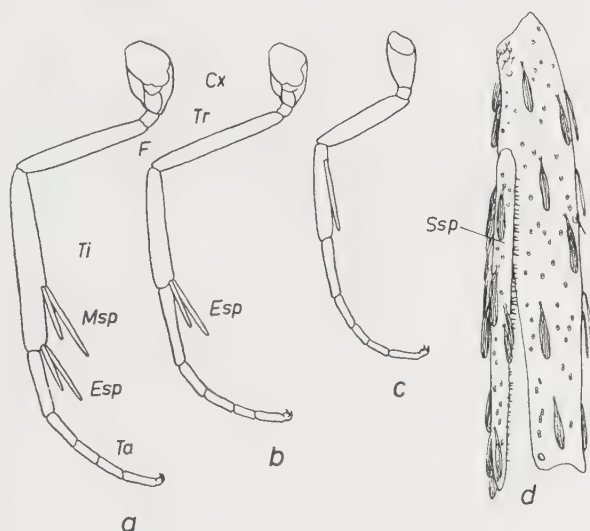


Abb. 8. Männliche Extremitäten von *casta*. a) Matapodium, b) Mesopodium, c) Propodium (Vergr. 1:15). d) Protibia Schuppen z. T. entfernt.

Cx Coxa, Esp Endsporn, F Femur, Msp Mittelsporn, Ssp Subapicalsporn, Ta Tarsus, Ti Tibia, Tr Trochanter.

5. Die Beine

Sie wurden von NÜESCH (1947) beschrieben, außerdem befaßten sich alle systematischen Arbeiten mit dem Sporn der Protibia, der ein wichtiges taxonomisches Merkmal ist.

Die Beine der Männchen (Abb. 8) sind normal gegliedert in Trochanter (Tr), Femur (F), Tibia (Ti) und Tarsus (Ta). Letzterer ist stets 5gliedrig. Der Praetarsus trägt 2 gekrümmte Krallen. Dazwischen sitzt ein kleines Arolium, das von einem U-förmigen Empodium gestützt wird. Die Zugplatte ist auf der Sohle mit Haaren besetzt. An der Innenseite der Protibia sitzt ein gelenkiger Sporn. Die relative Höhe seines Ansatzes ist von taxonomischer Bedeutung. Er ist auf der Innenseite mit mehreren Reihen feiner Dornen versehen, die aber von Schuppen verdeckt werden, und mit den tibialen Putzapparaten anderer Insekten homologisierbar. Die Mesotibia trägt terminal ein Paar Sporne (Esp), die Metatibia 2 Paare, davon eines terminal (Esp) und eines am distalen Drittel (Msp). Der innere Sporn ist jeweils etwas kürzer. Dornen sind nicht vorhanden. Über die Größenordnung der einzelnen Abschnitte von *Fumea casta* gibt Tabelle 4 Auskunft. Die Proportionen bei den beiden anderen Arten weichen nicht ab. Die taxonomische Verwertbarkeit des Tibialsporns wird im systematischen Teil behandelt.

Tabelle 4 Längenangaben der Beinsegmente in mm für Männchen und Weibchen von *Fumea casta*

Segment	♂			♀		
	I	II	III	I	II	III
Coxa	0,71	0,60	0,67	0,22	0,27	0,32
Trochanter	0,12	0,19	0,16	0,07	0,10	0,12
Femur	1,02	1,19	1,07	0,31	0,42	0,45
Tibia	0,81	1,07	1,60	0,35	0,45	0,51
Tarsus 1	0,52	0,72	0,57	0,11	0,12	0,17
2	0,24	0,31	0,29	0,08	0,08	0,10
3	0,19	0,21	0,21	0,05	0,05	0,07
4	0,16	0,14	0,14	0,06	0,04	0,05
5	0,24	0,21	0,21	0,12	0,11	0,15
Sporn I	0,71	—	—	—	—	—
Sporn II i	—	0,40	—	—	0,02	—
a	—	0,57	—	—	0,03	—
Sporn III i	—	—	0,57	—	—	—
a	—	—	0,71	—	—	—
i	—	—	0,48	—	—	0,05
a	—	—	0,62	—	—	0,07

Die Beine sind mit Sensillen besetzt, die vor allem in Gelenknähe an deren Innenseite in Feldern auftreten. Man kann Borsten und Sinneskuppeln unterscheiden.

Die Beine der Weibchen sind kleiner und schwächer gebaut (Maße s. Tabelle 4). Sporne kommen, wenn überhaupt, nur auf Meso- und Metatibia vor. Es sind immer Endsporne (Abb. 9). Ihr Vorkommen ist in Tabelle 5 zusammengestellt.

Tabelle 5 Verteilung der Tibialsporne bei den Weibchen

Segment		III	III	II	II	N
Anzahl der Sporne	0	1	2	1	2	
<i>F. casta</i>	53,3	33,0	2,3	10,0	1,4	213
<i>F. crassiorella</i>	79,5	14,6	1,0	4,9	—	102
<i>B. comitella</i>	100,0	—	—	—	—	96

Die Zahlen sind Prozentwerte, bezogen auf die Anzahl N der Tiere.

Man findet eine graduelle Abstufung. Für taxonomische Zwecke kann jedoch nur ausgesagt werden, daß Tiere mit Spornen nicht *B. comitella* sein können.

Die Tarsalglieder neigen zu Verschmelzungen. Ihre Variabilität ist groß. Es ist falsch, wie CHAPMAN (1900) angibt, daß *F. casta* die Tarsenformel 5/5/5 und *F. crassiorella* die Formel 3/4/4 zukommt. Eine Übersicht gibt Tabelle 6.

Tabelle 6 Häufigkeit der Verschmelzungen der Tarsalglieder in Prozenten

Glieder	1 + 2	2 + 3	3 + 4	4 + 5
Prozentsatz	4,0	50,5	24,0	21,5

90 % aller Fälle mit Verschmelzungen zeigen nur eine solche. Von *F. casta* haben 12,4 %, von *F. crassiorella* 10,0 % und von *B. comitella* 6,1 % aller Weibchen Fusionen. Dagegen scheinen die Weibchen der Gattungen *Proutia* TUTT und *Bacotia* TUTT immer Verschmelzungen zu haben. Diese Feststellung bedarf noch einer genaueren Untersuchung. Weibchen, die sich aus schlecht ernährten Raupen entwickelten, also

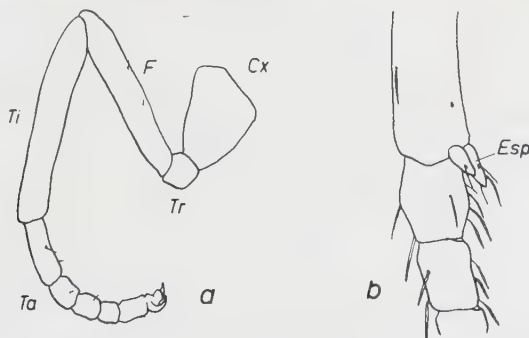


Abb. 9. Weibliche Extremität von *casta*. a) Propodium (Vergr. 1 : 45), b) Endsporne der Metatibia (Vergr. 1 : 60). Abkürzungen wie Abb. 8.

Kümmerformen, haben weit häufiger Fusionen der Tarsalglieder. Es scheint hier somit eine Beziehung zum Ernährungszustand zu bestehen.

Die Beschuppung der Beine ist bei den Männchen sehr dicht. Auf den Coxen gibt es sehr lange schmale Formen. Sonst herrschen breite Schuppen vor. Die Weibchen haben nur sehr wenig kleine oder keine Schuppen. Ihr Praetarsus ist wie bei den Männchen gebaut, aber schwächer.

6. Die Flügel

Die Flügel der Männchen (Abb. 10) sind voll funktionsfähig. Sie wurden von NÜESCH (1947) genau beschrieben. Über das Geäder findet man auch Angaben bei CHAPMAN (1900) und LEWIN (1949). Hier sollen deshalb nur jene Merkmale beschrieben bzw. wiederholt werden, die von systematischer Bedeutung sind.

Über die Flügelform orientiert Abb. 10. *B. comitella* ist durch gestrecktere Flügel mit spitzem Apex zu unterscheiden. Zur Untersuchung des Geäders ist es notwendig, mindestens die Schuppen der Flügelunterseite zu entfernen. Man sieht dann bei schräger Beleuchtung die Adern als schattengebende Rinnen oder Leisten. In schwierigen Fällen muß der Flügel ganz entschuppt werden. Die Bezeichnungen der Adern erfolgen nach dem System von COMSTOCK mit der modernen Schreibweise nach HERING (1930/32) und FORSTER-WOHLFAHRT (1954). Nach WEBER (1954, p. 68) ist die Axillaris als Analis und die Analis als Postcubitus zu bezeichnen.

Die Adern sind ungleich sklerotisiert (vgl. Abb. 10). Für die Fumeinae typisch ist das Fehlen einer Ader von der Discoidalzelle (DZ) der Vorderflügel. Die Ansichten, welche Ader fehlt, gehen auseinander. Nach FORSTER-WOHLFAHRT (1960) fehlt r_5 , nach FORBES (1923) fehlt m_1 . Alle anderen Autoren nehmen an, daß r_2 und r_3 verschmolzen sind. Eine Begründung wird nicht gegeben. SAUTER (1956) deutet das gleiche Problem bei der Gattung *Solenobia* als Verschmelzung von r_4 und r_5 . Seine Begründung ist, daß bei der den Solenobien nahe verwandten Gattung *Baukesia* r_4 und r_5 gestielt vorkommen. Außerdem gibt es bei den Tineiformes noch weitere Beispiele einer fortlaufenden Fusion dieser Adern. Unter der Voraussetzung einer näheren Verwandtschaft zwischen *Fumea* und *Solenobia* wird hier die Deutung SAUTERS übernommen. Die sehr schwache Media (m) ist bei der Gattung Bruandia im distalen Zelldrittel gegabelt und bildet die eingeschobene Zelle (EZ, die Cellula intrusa der älteren Autoren). *Fumea* hat eine einfache Media. Gelegentlich kommt, meist unsymmetrisch, eine Gabelung vor. Diese ist dann aber nur von geringer Ausdehnung.

Im Hinterflügel fehlt ebenfalls eine Ader. Hier herrscht Einigkeit, daß m_2 und m_3 verschmolzen sind. Bei *Solenobia* kann man die Fusion dieser Adern schrittweise verfolgen. Die Media ist immer einfach.

Die Beschuppung ist nach NÜESCH (1947) auf der Oberseite der Vorderflügel doppelt so dicht wie auf den übrigen Flächen. Größe und Form der Schuppen vari-

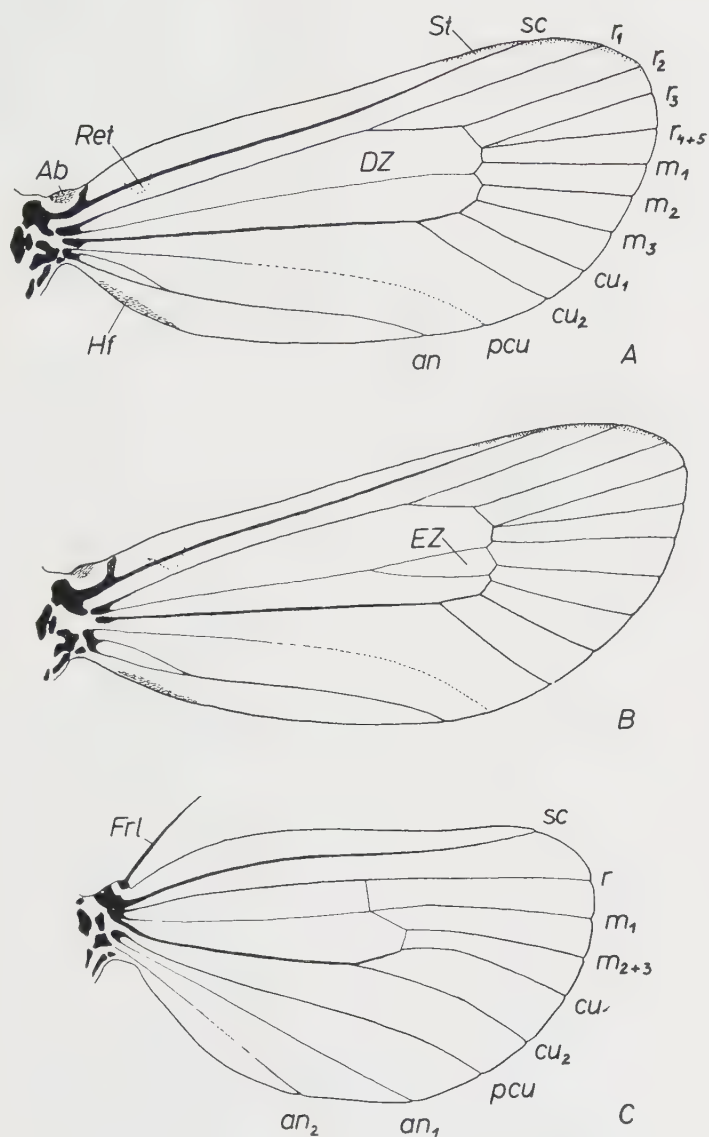


Abb. 10. Geäder und Flügelumrisse (Vergr. 1:12). a) Vorderflügel von *casta*, b) *comitella*, c) Hinterflügel von *casta*.

Ab Achselblatt, *an* Anals, *cu* Cubitus, *DZ* Discoidalzelle, *EZ* eingeschobene Zelle, *Frl* Frenulum, *Hf* Haftfeld, *m* Media, *pcu* Postcubitus, *r* Radius, *sc* Subcosta, *St* Stigma.

ieren von kleinen schaufelförmigen Tiefenschuppen mit glattem Rand bis zu großen Deckschuppen mit verschiedenen langen Endzacken. Die Deckschuppen der Vorderflügeloberseite sind größer. Außen- und Hinterrand der Flügel tragen lange schmale Randfransen. Die Schuppen wurden nicht auf spezifische Unterschiede analysiert.

Die Färbung wird im systematischen Teil behandelt. Hier sei nur festgestellt, daß *B. comitella* eine feine Gitterzeichnung der Vorderflügel zeigt, während die beiden anderen Arten einfarbige Flügel haben.

Die Flügel der Weibchen sind zu undifferenzierten membranösen Lappen reduziert. Nach NÜESCH (1947) ist ihre Länge vorne 0,32 mm, hinten 0,15 mm. Sie variiert jedoch zu stark, um taxonomisch von Nutzen zu sein. Die Flügel können einzelne Sinneskuppeln und kleine Schuppen tragen.

7. Das Abdomen

Das männliche Abdomen (Abb. 11) besteht aus 8 relativ gleichförmigen und 2 (neuntes und zehntes) zu Teilen des Genitalapparates gewordenen Segmenten. Der erste Körperring ist modifiziert, kleiner als die anderen und dorsoventral abgeflacht. Sein Tergit besteht aus Randleisten, die vorne an dem Postnotum III artikulieren. Sein Mittelfeld ist membranös und meist mit einem runden Sklerit versehen, und

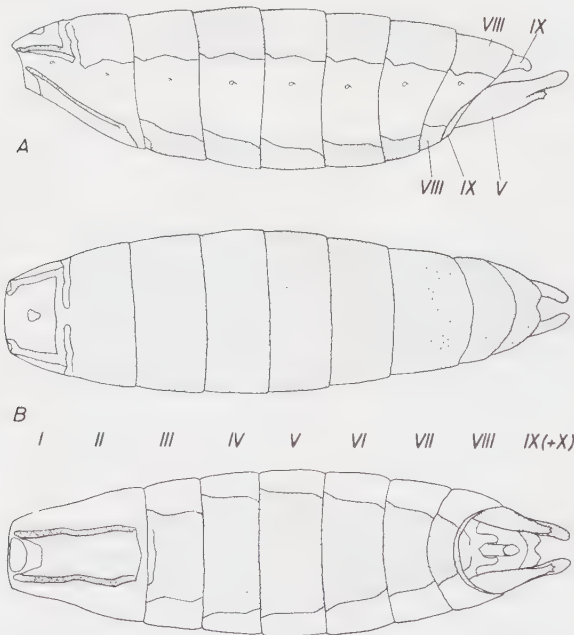


Abb. 11. Männliches Abdomen von *casta* (Vergr. 1:35). a) lateral, b) dorsal, c) ventral. Die Ziffern sind Segmentzahlen. V Valve.

sein Hinterrand steht mit dem folgenden Tergit in Verbindung. Das Sternit besitzt ebenfalls Seitenleisten, die an der Sternocosta des Thorax gelenken. Sein Mittelfeld ist nur im hinteren Teil schwach sklerotisiert und mit dem Sternit IIa verschmolzen. Die pleuralen Teile sind wie in allen folgenden 7 Segmenten membranös und tragen die Stigmen. Die Tergite und Sternite der übrigen Segmente sind rechteckige Platten, die hinten schmaler werden.

Das Abdomen ist dicht mit Schuppen bekleidet. Cephal sind sie auf jedem Segment kurz und breit und werden dann nach hinten länger. Duftschuppenbüschel,

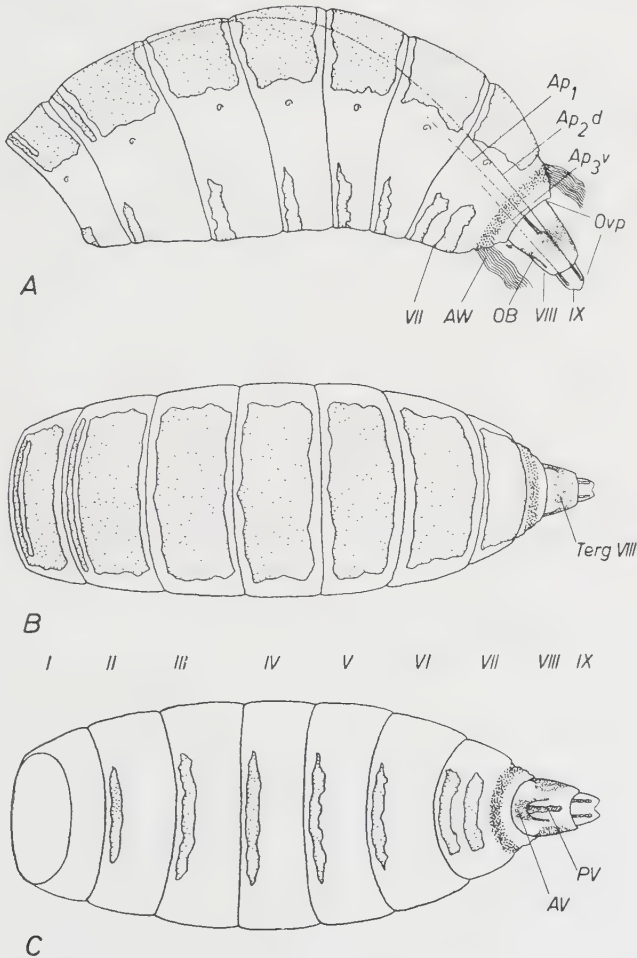


Abb. 12. Weibliches Abdomen von *casta* (Vergr. 1:20). a) lateral, b) dorsal, c) ventral.

Die Ziffern sind Segmentzahlen. *AW* Analwolle, *Ap* Apophysen, *AV* Antevaginalplatte, *PV* Postvaginalplatte.

wie *Solenobia* sie hat, konnte ich hier nicht feststellen. Sensillen kommen als kurze Borsten vereinzelt am Hinterrand der Segmente vor und in Feldern lateral am Vorderrand von Ia.

Das Abdomen der Weibchen (Abb. 12) ist durch den Eivorrat mächtig aufgetrieben, so daß die Sklerite überall durch ausgedehnte Membranen getrennt sind. Nach der Eiablage schrumpft es jedoch stark ein. Es sitzt ohne Übergang dem Thorax an. Die Tergite 1 und 2 sind von den folgenden wenig verschieden. Während das Sternit 1 fehlt, liegen die übrigen Bauchplatten als variable schmale Bänder am Vorderrand der Segmente. Das Sternit 7 ist 2teilig. *B. comitella*, die sich durch besonders schwache Sklerotisierung auszeichnet, hat mindestens in den Segmenten 2—4 median geteilte Sternite, die so unscharf begrenzt sind, daß man sie schwer feststellen kann. Bei den anderen Arten sind solche medianen Teilungen selten. Der caudale Rand des siebenten Segments ist ringsum mit schmalen langen haarförmigen Schuppen besetzt, die die Afterwolle (AW) bilden. Diese ist schön gewellt, die Haare am Ende leicht verdickt, ohne knopfartig zu sein. Sie werden einzeln unter die abgelegten Eier gemischt, die Hauptmasse wird nach erfolgter Ablage in die Sackmündung gestopft. Das verhindert einmal das Herausfallen der Eier aus dem Sack, zum anderen wird das Eindringen von räuberischen Tieren erschwert. Mit Ausnahme der medio-dorsalen Teile ist das Abdomen schütter mit schmalen Schuppen bekleidet. Sensillen sind als Borsten am Hinterrand der Tergite und Membranen zu finden. Außerdem stehen sie ringsum vor der Analwolle.

8. Der Ovipositor

SIEBOLD (1849) und HOFMANN (1860) haben bisher die einzigen ganz kurzen und unvollständigen Beschreibungen gegeben.

Die Segmente 8 und 9 (und 10?) sind zu einem bedeutenden Legeapparat umgebildet, der ausgestreckt die Länge des ganzen eigefüllten Abdomens erreicht. Der Legebohrer ist teleskopartig ein- und ausstreckbar. Er ragt in Ruhelage nur um normale Segmentbreite über das siebente Segment hinaus. Das neunte Metamer ist dabei ganz in das achte Segment zurückgezogen. Der Apparat gliedert sich in 4 Teile (Abb. 12 und 22): 1. Die intersegmentale Membran zwischen siebentem und achtem Körperring, die in der Mitte ringsum dicht mit feinen Skulpturen besetzt ist. Dahinter folgt bis zum caudalen Rand ein Gebiet mit weniger dichter Anordnung. 2. Das achte Segment. Dieses besitzt dorsal ein unscharf begrenztes Tergit, von dessen Vorderecken die Apophysen 1 (Ap_1) entspringen. Ventral liegt die Begattungsöffnung (Ostium bursae, OB). Diese wird vorne von der Antevaginalplatte (AV) überdeckt, die den U-förmigen Bursabogen (nach NÜESCH 1947) bildet. Dahinter liegt in einer Vertiefung die schmale Postvaginalplatte (PV). Die vordere Hälfte des Segments ist ringsum mit feinen nach hinten gerichteten Dornen besetzt. Am Hinterrand findet man kurze Borsten. 3. Die intersegmentale Membran zwischen achtem

und neuntem Segment, die sehr lang ist und in der Ruhelage zwischen das achte und neunte Metamer eingefaltet wird. 4. Das neunte Segment, das terminal mit dem Ostium oviductus, der Legeöffnung, abschließt, ist ebenfalls sehr lang und in die obengenannten Teile zurückziehbar. Die Legeöffnung wird dorsal von 2 größeren und ventral von 2 kleineren Lappen umgeben, die mit Borsten besetzt sind. Die Lobi dienen zum Tasten und Greifen bei der Eiablage und beim Transport der Analwolle. Ob sich an ihnen auch Material des zehnten Segments beteiligt, ist morphologisch nicht feststellbar. Die Längen der einzelnen Teile verhalten sich, das siebente Tergit gleich 1 gesetzt wie 1 : 1,4 : 2,4 : 2,6.

Der Ovipositor wird im Innern durch 3 Paare langer dünner Skleritstäbe gestützt, die Apophysen 1—3 (Ap). Diese dienen auch als Muskelansatz. Ihre Längen verhalten sich zum siebenten Tergit wie 3,8 : 10, 5 : 2,5 oder absolut 2,2 mm, 6,5 mm und 1,5 mm bei einem mittelgroßen Tier von *P. casta*. Ihr Durchmesser ist 15–23 μ . Die ersten Apophysen entspringen an den Vorderecken des achten Tergits und haben keine Verbindung zu ventralen Skleriten. Diese Tatsache und die Anordnung der Muskulatur (s. dort) lassen sie als tergaie Teile erscheinen. Die zweiten Apophysen sind ohne Verbindung zu anderen Skleriten in der ganzen Länge der Wand des neunten Segments darin verwachsen, sonst liegen sie aber völlig frei in der Leibeshöhle. Auf Grund ihrer dorsalen Lage und der Muskulatur möchte ich sie als Abkömmlinge des neunten Tergits bezeichnen. Die dritten accessorischen Apophysen schließlich liegen ventral in der Wand des neunten Segments, und ihre proximalen Enden sind oft miteinander verschmolzen. Ich halte sie für sternale Bildungen.

9. Der männliche Genitalapparat

Kurze Beschreibungen geben CHAPMAN (1900) und LEWIN (1949). Sie sind unvollständig und teilweise zu berichtigen.

Mangels genauerer Kenntnis der Homologien der Teile ist es schwierig, aus der Fülle der bisher bei Lepidopteren verwendeten Termini die richtigen auszuwählen. Ich benütze die Bezeichnungen VIETTES (1948). Zum Vergleich wird das Genitale von *Solenobia* (nach SAUTER 1956) herangezogen.

Der Genitalapparat weist bei den untersuchten Arten nur geringe Unterschiede auf und ist relativ einfach gebaut (Abb. 13 und 21). Die Basis des Genitale wird von einem Skleritrting gebildet, dessen dorsale Hälfte, das Tegumen (Teg), dem neunten Tergit entspricht, sein ventraler Teil, das Vinculum (Ve), dem neunten Sternit. Beide sind lateral durch ein Gelenk verbunden. Das Tegumen trägt mediodorsal 2 ventrad gekrümmte, kurz beborstete Lappen, die als Uncus (Un) zu bezeichnen sind. Es dürfte sich um Reste des 10. Tergits handeln. Das Vinculum setzt sich medioventral in einen nach vorn gerichteten, Saccus (Sa) genannten Zapfen fort. Der Tegumen-Vinculum-Ring bildet das abgeschrägte Abdomenende. Er ist dorsal nach hinten geneigt. Seine Umrisse erscheinen bei Seitenansicht S-förmig durch die horizontale

Lage von Uncus und Saccus und ihre schräge Verbindung. Der Ring ist durch gefaltete Membranen am Abdomen befestigt und wird durch das membranöse Diaphragma verschlossen, das nur vom After und Aedoeagus samt den zugehörigen Strukturen durchbrochen wird. Lateral artikulieren am Vinculum die Valven (V), lange, 2lappige Säcke, die als seitliche Greifer dienen. Ihre Innenseite ist schwach sklerotisiert, ihr dorsaler größerer Teil (Cucullus) (Cu) ist gerundet, mit Borsten besetzt und hauptsächlich sensorisch tätig. Ventral liegt der kürzere, nach innen gekrümmte Cuiller (Cl), der eigentliche Greifapparat; er trägt an seinem Ende 3–6 kräftige, stumpf-konische Dornen, die auf einem Basalring sitzen. Der Dorsalrand der Valven, die Costa, und ihre Ventrankante, Sacculus, sind verstärkt. Die Basis der Valven ist offen. Durch diese Öffnung zieht Muskulatur in die sackförmigen Valven hinein. Von den Valven kommend, durchqueren horizontale Strukturen das Diaphragma, die den Aedoeagus tragen und führen. Es sind dies die Transtilla (Tr), die von der Costabasis kommt und mit dem entsprechenden Teil der anderen Seite durch eine feine Brücke verbunden ist, und parallel dazu ein Arm vom Sacculus, den ich Anellifer (Anf) nenne. Beide tragen median n-förmige Bögen, zusammen Anellus (Anel) genannt, die den Aedoeagus umschließen. Ventral werden die Anellusbögen durch die kurze Juxta (Jx) verbunden. Ich wähle diese Bezeichnung auf Grund des von FORBES (1939) beschriebenen Muskels 8, der offensichtlich immer an der Juxta ansetzt. Der Anellus umschließt somit einen Spalt, durch den der Penis gleitet. Er ist mit Sensillen besetzt, bei *Fumea* auch mit kurzen basiconica. Nur auf einem kleinen Feld der cephalen Seite treten Borsten von mindestens der 3fachen Länge der vorigen auf. Bei *Bruandia* ist sogar die ganze dorsale Kuppe mit langen Borsten besetzt, die gegen die Basis hin in basiconische Sensillen übergehen. Daran kann man die Gattungen unterscheiden. An der Transtilla ist noch ein nach vorn gerichteter Fortsatz, Tendon (Td), zu erwähnen, der als Muskelansatz dient. Zwischen Uncus und Anellus mündet der After durch die Tuba analis (Tu. a) aus. Sie ist manchmal schwach sklerotisiert. Der Aedoeagus ist ein langes ventrad gekrümmtes Rohr, das, wie schon genannt, zwischen den Anellusbögen liegt. Sein caudales Ende ist abgescrängt und zu einer dorsalen Spitze ausgezogen. An der cephalen Basis, die vor dem Anellus liegt, ist er stärker gekrümmt, leicht trichterartig erweitert und zu einem soliden Rohr geschlossen, während distad davon ein breiter werdender ventraler Schlitz auftritt, der mit einer dünnen Membran bedeckt ist. Die Aedoeagusbasis ist mit dem Diaphragma verwachsen. Letzteres ist im Anellus doppelt gefaltet, um das Auschieben des Penis zu ermöglichen. Im Lumen des Aedoeagus finden wir den membranösen mit dem Ductus ejaculatorius verbundenen Endophallus, Vesica (Ves), der bei der Copula ausgestülpt wird. Er ist caudal mit dem Ende des Aedoeagus verwachsen und trägt bei *Fumea* viele Reihen schwacher Dornen, Cornuti (Crn), die als Widerhaken wirken. Sie fehlen der Gattung *Bruandia*. Der von LEWIN (1949) für *Fumea casta* beschriebene größere Cornutus war nicht auffindbar. Es handelt sich wohl um eine Fehldeutung.

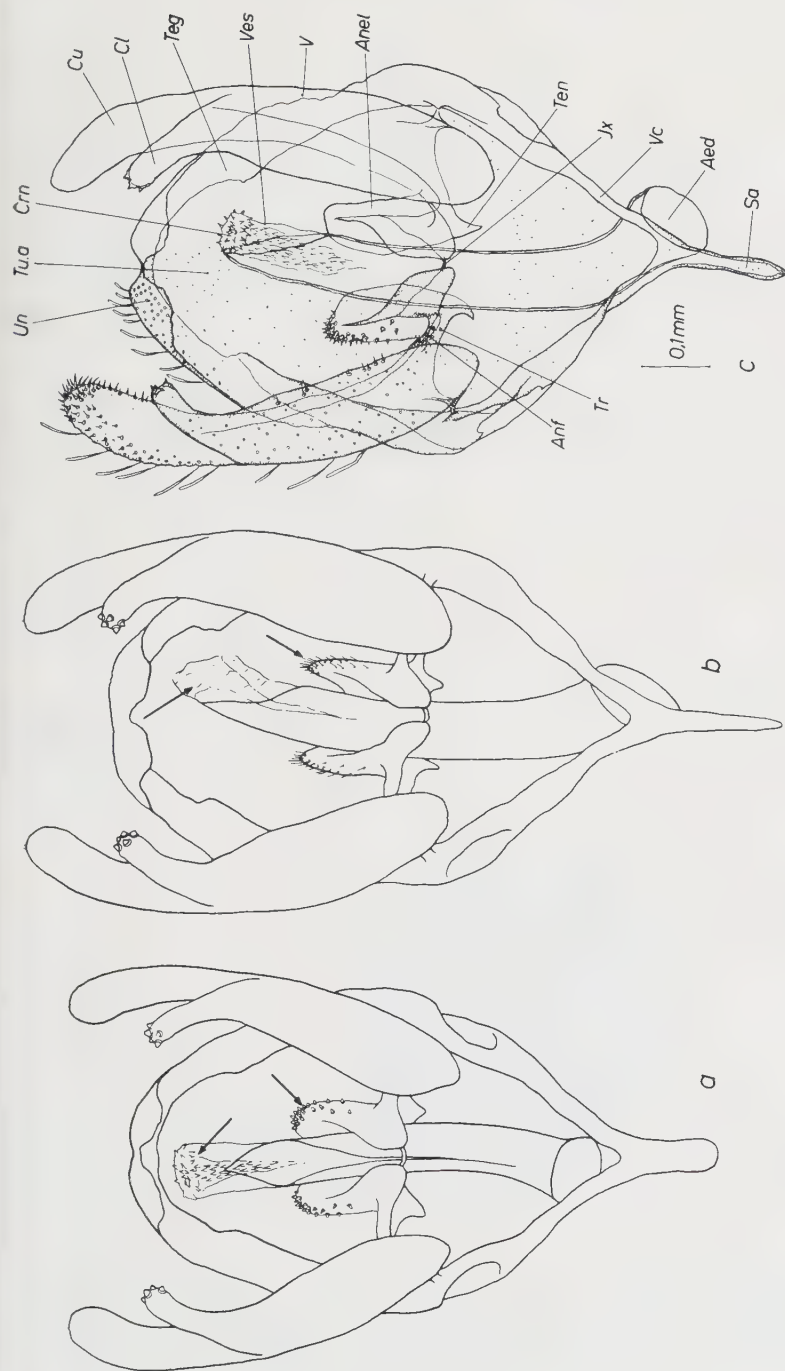


Abb. 13. Männlicher Genitalapparat von caudal gesehen (Vergr. 1:90). a) *casta*, b) *comitella*, c) *crassiorella*.

In c) linke Hälfte detailliert gezeichnet. Die Pfeile weisen auf die wichtigsten taxonomischen Merkmale.

Aed Aedeagus, *Anel* Anellifer, *Anf* Anellifer, *Cl* Clasper, *Crn* Cornuti, *Cu* Cucullus, *Jx* Juxta, *Sa* Saccus, *Teg* Tegumen, *Ten* Tendon, *Tr* Transtilla, *Tu. a.* Tuba analis, *Un* Uncus, *V* Valve, *Vc* Vinculum, *Ves* Vesica.

VII. Anatomischer Teil

1. Die Muskulatur

Die Muskulatur der Fumeinae war bisher völlig unbekannt. Sie ist nicht nur wegen des großen Sexualdimorphismus der Imagines von Interesse, sondern, wie gezeigt werden soll, auch von systematischer Bedeutung. Als Grundlage und zur Wahrung der Einheitlichkeit habe ich die Bezeichnungen WEBERS (1928) übernommen. Damit sollen jedoch keineswegs homomere Homologien und Beziehungen zu WEBERS „Grundschema des Pterygotenthorax“ ausgedrückt werden. Solche lassen sich morphologisch nicht einwandfrei darstellen oder sind vielleicht überhaupt nicht vorhanden. Vor allem läßt sich aber die männliche Muskulatur zu der der Weibchen, die sich durch andere Anordnung und Reduktion auszeichnet, auf diesem Weg nicht sicher in Einklang bringen. Ich habe es deshalb unterlassen, auf Homologien näher einzugehen. Ein besserer Einblick läßt sich wohl nur durch Untersuchungen der Entwicklung und Innervierung gewinnen.

Auf Grund der Lagebeziehungen teile ich nach WEBER (1928) die Muskeln in folgende Gruppen:

dlm

Längsmuskeln zwischen tergalen Teilen

vlm

Längsmuskeln zwischen sternalen Teilen

dvm

segmentale Muskeln zwischen Tergiten und Sterniten bzw. Coxen

pm

segmentale tergo-pleurale und pleuro-sternale bzw. pleuro-coxale Muskeln

zm

Muskeln zwischen Pleuralleiste und Furca

bm

sterno-coxale Muskeln

cxm

Beinmuskeln, die in der Coxa ihren Ursprung haben

stm

Muskeln, die dem Verschluß der Stigmen dienen.

Die sonst vorkommenden Bezeichnungen beziehen sich auf Funktionen. In jedem Segment wird jede Muskelgruppe von vorn nach hinten numeriert. Die Benennung erfolgt nach Ursprung und Ansatz. Sämtliche Muskeln sind, wenn nicht anders angegeben, paarig, also auf beiden Körperseiten vertreten.

A. Die Kopfmuskulatur

Die Kopfmuskulatur ist parallel zur Reduktion der Mundgliedmaßen, deren Muskeln fast völlig fehlen, stark rückgebildet (Abb. 14 und 16).

(m. el. Ph.)

Musculi clypeo-pharynges. Heber des Pharynx. 2–3 parallelfaserige Züge zwischen Clypeus und Pharynx. Sie fehlen den Weibchen.

(m. dil. Ph.)

M. fronto-pharynges bzw. tentorio-pharynges. Erweiterer des Pharynx. Sie gehen von der Dorsalseite des Pharynx an die Frons. Der hintere ist unpaar. Dazu kommen 1–2 Züge, die vom Corpotentorium ventral an den Pharynx gehen. In den Abbildungen nicht eingezeichnet.

Die genannten Muskeln dienten ursprünglich Schluckbewegungen. Man findet bei frisch präparierten Tieren häufig Luftblasen in Pharynx und Ösophagus. Möglicherweise wird beim Schlüpfen Luft geschluckt, um den Innendruck zu erhöhen, was das Sprengen der Puppenschale erleichtern könnte. Dazu kommen noch die:

(PhRm)

Pharynxringmuskeln, die das Lumen des Pharynx verengern. Sie umziehen als feine Fasern das vordere Gebiet desselben. Bei den Weibchen sind sie häufig nicht mehr nachweisbar.

(m. Ant.)

M. antennae. Pro- und Retractoren der Antennen. 2 Muskeln, die leicht konvergierend vom Tentorium zum Scapus der Antenne ziehen. Beim Weibchen sind sie schwächer.

(m. Sc.)

Scapusmuskeln. Je ein Pro- und Retractor im Scapus der Antenne, die dem Pedicellus ansitzen und ihn bewegen. Es sind breite aufgefaserte Züge.

Die Fühler der Männchen, die in Ruhelage nach hinten dem Thorax anliegen, vermögen große und schnelle Bewegungen auszuführen. Die der Weibchen, die in Ruhelage schräg nach hinten abstehen, bewegen sich nur langsam höchstens 7° um ihre Ruhelage.

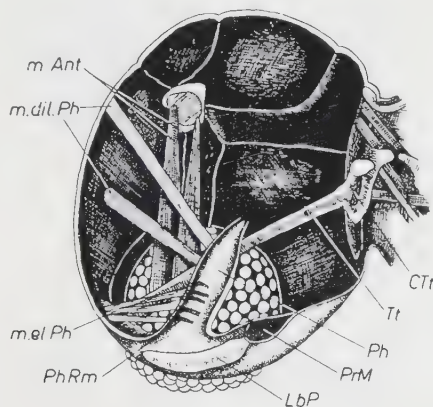


Abb. 14. Muskulatur in der männlichen Kopfkapsel von *casta*. Sagittal halbiert (Vergr. 1:80). CTt Corpotentorium, LbP Labialpalpus, Tt Tentorium, Ph Pharynx, PrM Praementum. Muskulatur s. Text.

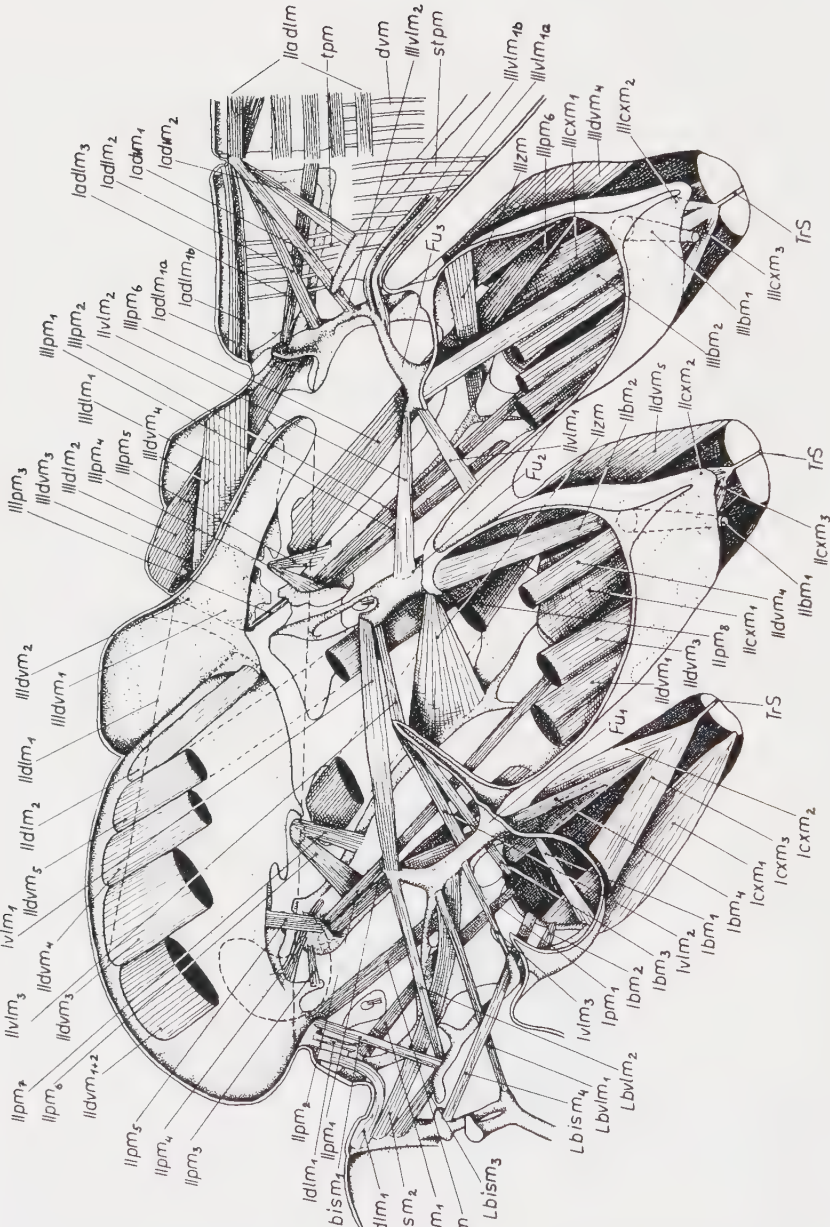


Abb. 15. Thoracalmuskulatur der rechten Körperhälfte des Männchens von *crata* (Vergr. 1:50). Der große dorsale Längsmuskel im Mesothorax (Hldm₁) ist gestrichelt eingetragen. Die Dorsoventralmuskeln sind der besseren Übersicht halber abgeschnitten gedacht. Die Schnittflächen sind schwarz. Muskulatur s. Text.

B. Die Hals-Thorax-Muskulatur

Die Anordnung der Muskeln der Männchen entspricht prinzipiell derjenigen der von BERLESE (1909), WEBER (1928), MAKI (1938) und NÜESCH (1953) untersuchten Arten anderer Familien. Kleine Unterschiede sind vorhanden, auf die ich jedoch nicht eingehe, da sie mir vor allem funktionell bedingt scheinen. Es sind bisher auch zu wenig Arten untersucht worden, um großsystematische Unterschiede auszuarbeiten. Vor allem fehlen Untersuchungen an näher verwandten Formen.

Die Halsregion gehört in ihrem vorderen Teil dem Labialsegment, im hinteren Teil dem Prothorax an. Die Grenze zieht durch das Laterocervicale, doch ist ihr Verlauf morphologisch nicht nachweisbar. Es ist daher in einigen Fällen unsicher, ob segmentale oder intersegmentale Muskeln vorliegen. Das läßt sich auch nicht durch Untersuchung der Nervatur prüfen, da nach NÜESCH (1953/57) Myo- und Neuromerie nicht übereinstimmen. Weiterhin ist nicht entscheidbar, ob das Laterocervicale in seinem thoracalen Teil tergal oder pleural ist. Die Intercervicalia werden als sternale Bildungen angenommen (BOURGOGNE 1951).

Die Muskulatur des Männchens (Abb. 15).

(Lbdlm₁)

Musculus mesonoto-postoccipitalis. Levator des Kopfs. Vom Mesopraephragma zur Postoccipitalleiste.

(Lbvlm₁)

M. profurca-tentorialis. Depressor des Kopfs. Von der Furca an den Hinterrand des Tentoriums.

(Lbvlm₂)

M. profurca-laterocervicalis. Retractor des Kopfs. Von dem dorsalen Furcazapfen an das Laterocervicale.

(Lbism₁)

M. mesonoto-laterocervicalis. Vom Mesopraephragma an das Laterocervicale.

(Lbism₂)

M. profurca-postoccipitalis. Levator des Kopfs. Von der Furca an die Postoccipitalleiste.

(Lbism₃)

M. laterocervico-postoccipitalis. Levator des Kopfs. Vom Cervicale an die Postoccipitalleiste. Dieser Muskel gehört vielleicht ganz dem Labialsegment an.

(Lbism₄)

M. tentorio-coxalis. Depressor des Kopfs. „Cephalopedalis primus.“ Vom Kehlsporn an die Basis der Coxa.

Entsprechend der Flügellosigkeit des Prothorax und seiner Rolle als Basis des Kopfgelenks ist seine Muskulatur von der aller folgenden Segmente verschieden.

(Idlm₁)

M. mesonoto-pronoti. Adductor des Pronotums. Vom Mesopraephragma an das Notum 1.

(Ivlm₁)

M. furca-furcalis. Adductor des Prosternums. Zwischen den Fortsätzen der Furcae.

(Iv_{lm}₂)

M. furca-spinalis. Adductor des Prosternums. Zwischen Profurca und Spina.

(Iv_{lm}₃)

M. furca-intercervicalis. Depressor des Kopfs. Zwischen Profurca und der Spitze des Intercervicale.

(Idv_m₁)

M. pronoto-pleuralis. Zwischen Pronotum und der Dorsalkante des Episternums.

(Ip_m₁)

M. pleuro-coxalis. Abductor der Coxa. Zwischen Pleuralleiste und Basicosta der Coxa.

(Ib_m₁)

M. sterno-coxalis. Promotor der Coxa. Vom hinteren Teil des Sternums an den vorderen Teil der Basicosta der Coxa.

(Ib_m₂)

M. sterno-coxalis. Abductor der Coxa. Vom Praesternit an die Basicosta der Coxa.

(Ib_m₃)

M. spina-coxalis. Adductor der Coxa. Von der Spina an die Coxa hinter dem pleuralen Hüftgelenk.

(Ib_m₄)

M. furca-trochanteralis. Abductor des Beins. Von der hinteren Fläche der Furcaspitze an die Trochantersehne.

(Iism)

M. mesonoto-epimeralis. Levator des Prosternums. Vom lateralen Vorderrand des Mesoscutums an das Epimerum 1.

(Istm)

Muskel des Stigmas 1.

Der Mesothorax ist besonders durch die kräftige direkte und indirekte Flugmuskulatur gekennzeichnet.

(IIdl_m₁)

M. scuto-phragmaticus. Compressor des Tergits. Dieser Muskel ist als indirekter Flügelsenker der weitaus kräftigste im Thorax. Er ist im Bild gestrichelt eingetragen und verläuft zwischen der Vorderfläche des Scutums und dem Mesopostphragma.

(IIdl_m₂)

M. scuto-phragmaticus. Antagonist zu vorigem. Vom hinteren Teil des Scutums an den Seitenrand des Phragmas 2.

(IIv_{lm}₁)

M. furca-furcalis. Adductor des Mesosternums. Von der Platte der Metafurca an die Sternocosta der Mesofurca.

(IIv_{lm}₂)

M. furca-furcalis. Adductor des Mesosternums. Verläuft lateral zu vorigem.

(IIv_{lm}₃)

M. spina-furcalis. Adductor des Prosternums. Zwischen Mesofurca und Spina.

(IIdv_m₁₊₂)

M. scuto-sternalis. Depressor des Tergits. 2 nicht klar zu trennende Bündel, die vom Scutum zum Basisternit ziehen. Diese und die folgenden dvm sind indirekte Flügelheber.

- (IIdvm₃)
M. scuto-sternalis. Verläuft parallel hinter vorigen.
- (IIdvm₄)
M. scuto-trochanteralis. Abductor des Beins. Läuft hinter vorigem an die Trochantersehne.
- (IIdvm₅)
M. scuto-coxalis. Remotor der Coxa. Läuft hinter vorigem an das Meron und die Coxalleiste.
- (Iipm₁)
M. episterno-sternalis. Abductor der Flügel. Von der Sehnenkappe des Episternums an die Vorderfläche des Sternums.
- (Iipm₂)
M. episterno-trochanteralis. Depressor der Flügel und Abductor des Beins. Von der Sehnenkappe an die Trochantersehne.
- (Iipm₃)
M. scuto-episternalis. Rotator der Flügel. Vom Tergalarm zur Dorsalkante der Episternalplatte.
- (Iipm₄)
M. tegulae. Vom Tegulum an die Innenseite der Episternalplatte.
- (Iipm₅)
M. tergo-episternalis. Rotator der Flügel. Von der Parapsidalleiste zur Innenfläche der Sehnenkappe.
- (Iipm₆)
M. episterno-alaris. Rotator der Flügel. Vom Anepisternum zum Pterale 3 der Flügelwurzel.
- (Iipm₇)
M. pleuro-alaris. Rotator der Flügel. Von der Pleuralleiste zum Pterale 3 der Flügelwurzel.
- (Iipm₈)
M. epimero-coxalis. Adductor der Flügel. Von Subalare zu Meron und Merocosta.
- (Iipm₁)
M. sterno-coxalis. Adductor der Coxa. Vom Sternalgrat zum proximalen Rand der Coxa.
- (Iibm₂)
M. furco-trochanteralis. Abductor des Beins. Von der Furca an die Trochantersehne.
- (Iistm)
M. Muskel des Stigmas 2.
- (Iizm)
M. pleuro-furcalis. Adductor der Pleura. Vom ventralen Teil der Pleuralleiste konvergierend median an die Sternocosta der Furca.
- Die Muskulatur des Metathorax ist der des Mesothorax ähnlich gebaut aber schwächer.
- (IIIdlm₁)
M. phragmatico-postnotalis. Depressor des Tergums. Vom Phragma 2 zur Hinterfläche des Scutellums 3.
- (IIIdlm₂)
M. scuto-phragmaticus. Antagonist zu vorigem. Vom Scutum 3 an das Metapostphragma.

(IIIvlm₁)

M. furca-sternalis. Adductor des Abdomens. 2 unscharf getrennte Bündel, die vom Furcaarm zum Sternit Ia ziehen.

(IIIvlm₂)

M. furca-sternalis. Adductor des Abdomens. Vom Furcaarm zur Randleiste des Sternits Ia.

(IIIdvm₁)

M. scuto-sternalis. Depressor des Tergums. Vom Scutum zum Basisternit.

(IIIdvm₂)

M. scuto-sternalis. Depressor des Tergums. Verläuft hinter vorigem.

(IIIdvm₃)

M. scuto-trochanteralis. Abductor des Beins. Vom Scutum an die Trochantersehne.

(IIIdvm₄)

M. scuto-coxalis. Remotor der Coxa. Hinter vorigem an Coxalleiste und Meron.

(IIlpm₁)

M. episterno-sternalis. Abductor der Flügel. Von der Sehnenkappe des Episternums an die Vorderfläche des Sternums.

(IIlpm₂)

M. episterno-trochanteralis. Depressor der Flügel sowie Abductor des Beins. Von der Sehnenkappe an die Trochantersehne.

(IIlpm₃)

M. scuto-episternalis. Rotator der Flügel. Vom Lateralrand des Scutums zur Dorsalkante der Episternalplatte.

(IIlpm₄)

M. episterno-alaris. Rotator der Flügel. Vom Hinterrand der Sehnenkappe an das Pterale 3 der Flügelwurzel.

(IIlpm₅)

M. epimero-alaris. Rotator der Flügel. Vom Epimerum an das Pterale 3 der Flügelwurzel.

(IIlpm₆)

M. epimero-coxalis. Adductor der Flügel. Vom Subalare zu Meron und Merocosta.

(IIlpm₁)

M. sterno-coxalis. Adductor der Coxa. Vom Sternalgrat zum proximalen Rand der Coxa.

(IIlpm₂)

M. furco-trochanteralis. Abductor des Beins. Von der Furca an die Trochantersehne.

(IIlzm)

M. pleuro-furcalis. Adductor der Pleura. Von der Pleuralleiste an den hinteren medianen Arm der Furca.

Die weibliche Thoracalmuskulatur ist eine durchaus eigenständige Bildung, die nur begrenzt mit der männlichen in Einklang zu bringen ist. Es werden aber auch keine larvalen Elemente übernommen, wie die Untersuchung der Raupenmuskulatur ergab, so daß es in diesem Fall nicht richtig ist, von neotänischen Formen zu sprechen,

wie dies im Werk von TUTT (1900) getan wird. Andererseits ist, wie schon erwähnt, die Muskulatur der Weibchen der 3 Arten verschieden. Ich deute die Unterschiede als Stufen verschieden weitgehender Rückbildung. Von dieser werden aber nicht alle Muskelgruppen gleich stark betroffen. Verschiedenheiten der Funktion konnte ich im Rahmen dieser Arbeit nicht feststellen.

In der folgenden Übersicht werden alle vorkommenden Muskeln der Reihe nach besprochen. Die artspezifischen Unterschiede sind in Tabelle 7 zusammengestellt (vgl. Abb. 16, 17, 18).

(Lbdlm₁)

M. mesonoto-postoccipitalis. Levator des Kopfs. Vom Vorderrand des Mesonotums an die Kopfkapsel.

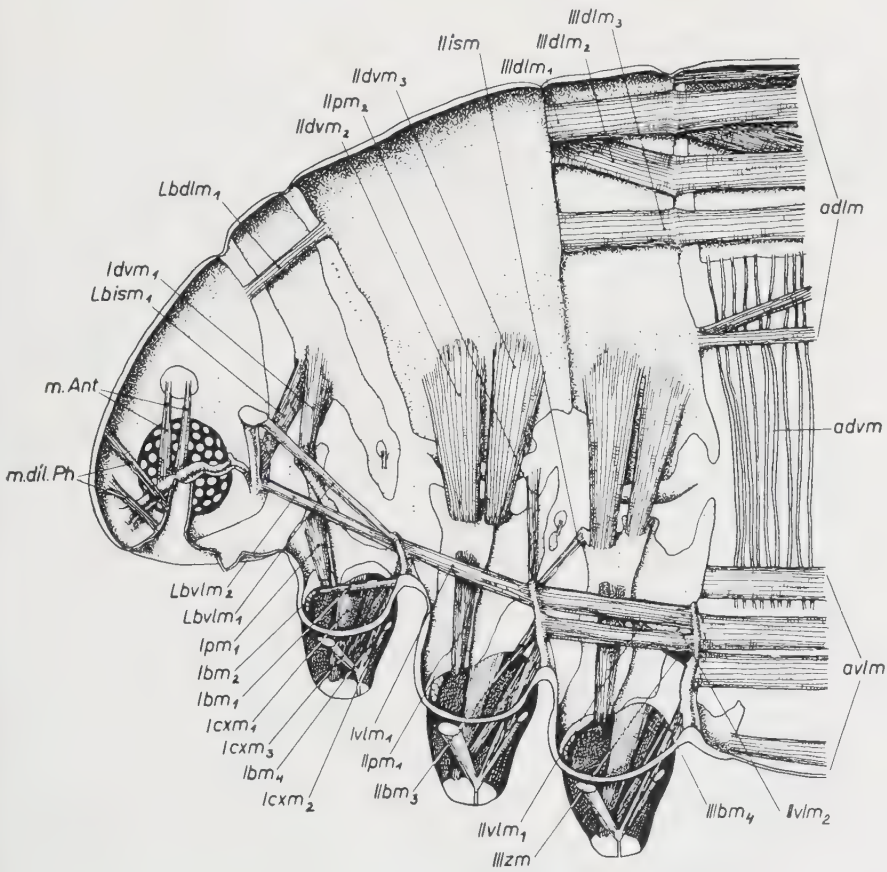


Abb. 16. Kopf-Thorax-Muskulatur der rechten Körperhälfte des Weibchens von *casta* (Vergr. 1: 65). Bezeichnungen s. Text.

(Lbvlm₁)

M. furco-tentorialis. Depressor des Kopfs. Von der Furca an den medianen Zapfen des Corpotentoriums.

(Lbvlm₂)

M. furco-tentorialis. Depressor des Kopfs. Von der Furca zur Verschmelzung Tentoriumkopfkapsel.

(Lbism₁)

M. pronoto-postoccipitalis. Rotator des Kopfs. Lateral vom Pronotum zur Kopfkapsel.

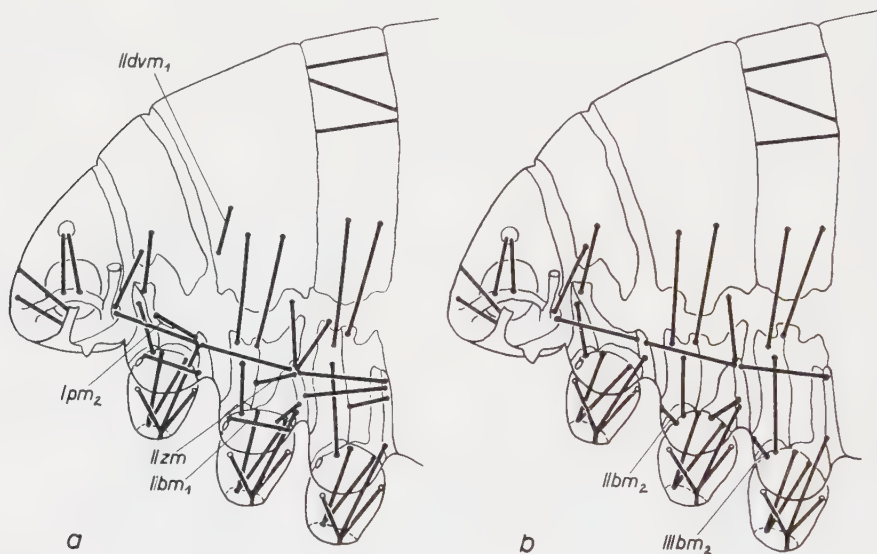


Abb. 17. Schematische Darstellung der Kopf-Thorax-Muskulatur von a) *crassiorella*, b) *comitella*. Die Muskeln sind als dicke Striche eingetragen. Bezeichnet sind nur die artspezifischen Muskeln. Für die anderen vgl. Abb. 16.

Prothorax

(Ivlm₁)

M. furca-furcalis. Adductor des Prosternums. Zwischen Pro- und Mesofurca.

(Idvm₁)

M. noto-epimeralis. Adductor der Pleura. Zwischen Pronotum und Epimerum.

(Ipm₁)

M. episterno-coxalis. Promotor der Coxa. Vom Episternum an die Basicosta der Coxa.

(Ipm₂)

M. furca-pleuralis. Adductor der Pleura. Von der Furca an das Epimerum.

(Ibm₁)

M. sterno-coxalis. Promotor der Coxa. Von der Sternocosta an die Basicosta der Coxa.

(Ibm₂)
 M. sterno-coxalis oder intercoxalis. Je nachdem ein Sternalgrat ausgebildet ist oder nicht, verläuft dieser Muskel paarig an den Sternalgrat oder unpaar zwischen den Basicostae der Coxen. Durch das Schwinden des Grats verschmelzen die Ursprungsstellen, es entsteht ein unpaarer transversaler Muskel. Dasselbe gilt auch für die gleichen Muskeln in Meso- und Metathorax.

(Ibm₃)
 M. furca-trochanteralis. Abductor des Beins. Zwischen Furca und Trochantersehne.
 (Istm)
 Muskel des Stigmas 1.

Mesothorax

(IIvlm₁)
 M. furca-furcalis. Adductor des Mesosternums. Zwischen Meso- und Metafurca.
 (IIvlm₂)
 M. furca-furcalis. Adductor des Mesosternums. Lateral zu vorigem.
 (IIdivm₁)
 M. notalis. Auf der vorderen lateralen Fläche des Mesonotums.
 (IIdivm₂)
 M. noto-episternalis. Adductor der Pleura. Vom Mesonotum an das Episternum.
 (IIdivm₃)
 M. noto-pleuralis. Adductor der Pleura. Vom Mesonotum an die Pleuralleiste.
 (IIipm₁)
 M. pleuro-coxalis. Abductor der Coxa. Vom Episternum an die Basicosta der Coxa.
 (IIipm₂)
 M. pleuro-furcalis. Adductor der Pleura. Von der Furcaspitze an die Pleuralmembran.
 (IIbm₁)
 M. furca-coxalis. Promotor der Coxa. Von der Sternocosta an die Basicosta der Coxa.
 (IIbm₂)
 M. sterno-coxalis oder intercoxalis. Vgl. das über Ibm₂ Gesagte. Intercoxal nur bei *Fumea*.
 (IIbm₃)
 M. furca-coxalis. Remotor der Coxa. Von der Furca an die Merocosta.
 (IIbm₄)
 M. furca-trochanteralis. Abductor des Beins. Von der Furca an die Trochantersehne.
 (IIstm)
 Muskel des Stigmas 2.

Metathorax

(IIIIdlm₁)
 M. tergalis. Adductor des Mesonotums. Zwischen den Antecostae von Meso- und Metanotum.
 (IIIIdlm₂)
 M. tergalis. Adductor des Mesonotums. Lateral und schräg zu vorigem laufend.
 (IIIIdlm₃)
 M. tergalis. Adductor des Mesonotums. Lateral und parallel zu IIIIdlm₁.

(III dvm_1)

M. tergo-episternalis. Adductor der Pleura. Vom Metanotum an das Episternum.

(III dvm_2)

M. tergo-pleuralis. Adductor der Pleura. Vom Metanotum an die Pleuralleiste.

(III ipm_1)

M. episterno-coxalis. Abductor der Coxa. Vom Episternum an die Basicosta der Coxa.

(III bm_2)

M. sterno-coxalis oder intercoxalis. Vgl. das über Ibm₂ Gesagte.

(III bm_4)

M. furco-trochanteralis. Abductor des Beins. Von der Furca an die Trochantersehne.

Die übrigen bm fehlen.

(III zm)

M. furca-pleuralis. Adductor der Pleura. Verläuft vom Furcaarm an die Pleuralleiste.

Die Bewegungen, die die weibliche Thoracalmuskulatur bewirkt, sind gering. Während des Schlüpfens und der Eiablage erkennt man Kontraktionen in Längs- und Querrichtung der Körperachse sowie ein Einkrümmen und Strecken. Diese ergeben zusammen peristaltische Bewegungen, die beim Sprengen der Puppenhülle helfen, das Hervordringen aus der Exuvie unterstützen und bei der Eiablage den Druck in der Leibeshöhle erhöhen.

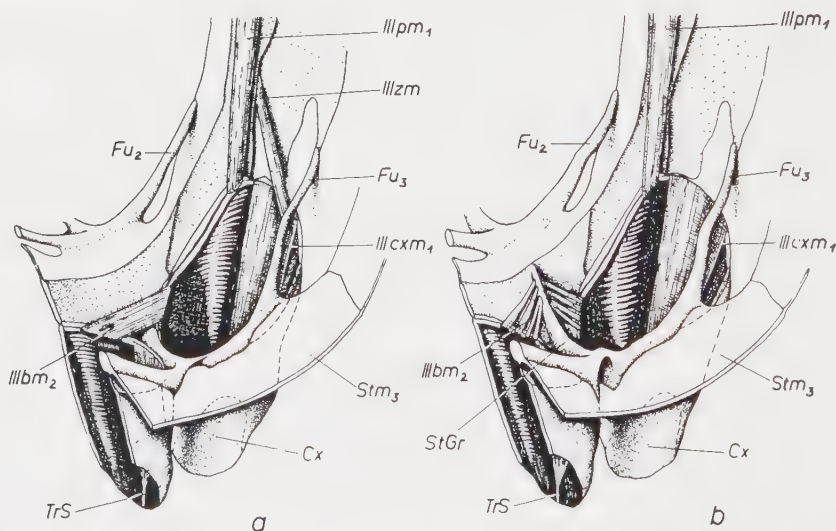


Abb. 18. Einblick in die Sternalregion des Metathorax seitlich von hinten a) *casta*, b) *comitella*. Cx Coxa, Fu Furca, StGr Sternalgrat, Stm Sternum, TrS Trochantersehne.

Tabelle 7 Die weibliche Thoracalmuskulatur nach Arten aufgestellt.

Art	<i>casta</i>	<i>crassiorella</i>	<i>comitella</i>
Muskel			
Lbdlm ₁	$\boxed{+}$	fehlt	fehlt
Lbvlm ₁	$\boxed{+}$	fehlt	fehlt
Lbvlm ₂	+	+	+
Lbism ₁	+	+	+
Ivlm ₁	+	+	+
Idvm ₁	+	+	+
Ipm ₁	+	+	+
Ipm ₂	fehlt	$\boxed{+}$	fehlt
Ibm ₁	+	+	$\boxed{\text{fehlt}}$
Ibm ₂	intercox	intercox	$\pm$ intercox
Ibm ₃	+	+	+
Ivvlm ₁	+	+	$\boxed{\text{fehlt}}$
Ivvlm ₂	+	+	+
IIdvm ₁	fehlt	$\boxed{+}$	fehlt
IIdvm ₂	+	+	+
IIdvm ₃	+	+	+
Iipm ₁	+	+	+
Iipm ₂	+	+	+
IIBM ₁	fehlt	fehlt 50 %	fehlt
IIBM ₂	intercox, fehlt 50 %	intercox, fehlt 50 %	$\boxed{\text{sternal}}$
IIBM ₃	+	+	+
IIBM ₄	+	+	+
IIZm	fehlt	$\boxed{+}$	fehlt
IIIdlm ₁	+	+	+
IIIdlm ₂	+	+	+
IIIdlm ₃	+	+	+
IIIdvm ₁	+	+	+
IIIdvm ₂	+	+	+
IIipm ₁	+	+	+
IIIBM ₂	intercox	intercox	$\boxed{\text{sternal}}$
IIIBM ₄	+	+	+
IIIZm	+	+	$\boxed{\text{fehlt}}$

Die nur bei einer Art vorhandenen bzw. einer Art fehlenden Muskeln sind dick umrandet. Mit „fehlt 50 %“ wurden solche Muskeln bezeichnet, die nicht regelmäßig vorhanden sind. Sonst ist ihre Ausbildung sehr konstant. Zur Untersuchung lagen 7 Weibchen von *F. casta*, 4 von *F. crassiorella* und 7 von *B. comitella* vor. Von jeder Art habe ich außerdem eine Schnittserie rekonstruiert.

C. Die Muskulatur der Extremitäten

Die Muskulatur der Extremitäten ist bei beiden Geschlechtern gleichförmig angeordnet, aber bei den Weibchen viel schwächer gebaut (Abb. 19).

In der Coxa:

(cxm₁)

M. coxa-trochanteralis. Adductor des Beins. Von der Basi- und Merocosta an den Trochanter. Beim Weibchen ist er in einen größeren vorderen Teil und einen kleineren hinteren Teil gespalten.

(cxm₂)

M. coxa-trochanteralis. Abductor des Beins. Geht von der Hinterseite der Coxa an die Trochantersehne.

(cxm₃)

M. coxa-trochanteralis. Abductor des Beins. Geht von der Vorderseite an die Trochantersehne.

Im Trochanter:

(ret. fem)

M. trochanteralis. Remotor des Beins.

Im Femur:

(m. fl. ti)

M. flexor tibiae. Beuger der Tibia.

(m. ext. ti)

M. extensor tibiae. Strecker der Tibia.

(m. fl. p₁)

M. flexor praetarsi. Krallenbeuger. Dieser Muskel endet an der Krallensehne, die in der Tibia durch den Muskel

(m. fl. p₂)

M. flexor praetarsi tibiae mitbewegt wird.

In der Tibia:

(m. fl. ta)

M. flexor tarsi. Beuger des Tarsus. Ein Strecker des Tarsus fehlt.

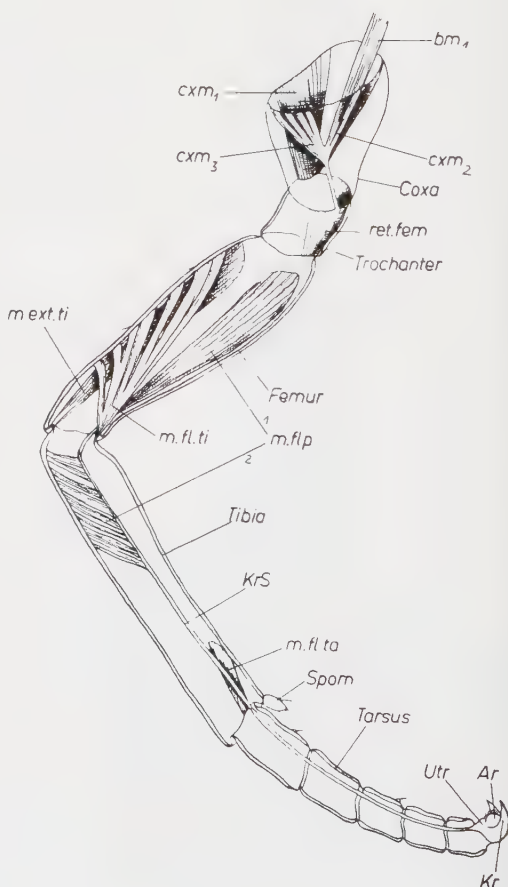


Abb. 19. Weibliches Metapodium zur Demonstration der Muskeln durchsichtig gedacht.

Ar Arolium, Kr Kralle, KrS Krallensehne, Utr Unguitractor. Muskeln s. Text.

D. Die Muskulatur im Abdomen

Die Muskulatur im Abdomen ist relativ einfach und bei beiden Geschlechtern ähnlich gebaut. Ausnahmen bilden lediglich jene Segmente, die die Verbindung zum Thorax und Genitalapparat herstellen. Ich verzichte daher auf Einzeldarstellung und verweise für das Männchen auf Abb. 20 und für das Weibchen auf Abb. 16 und 22.

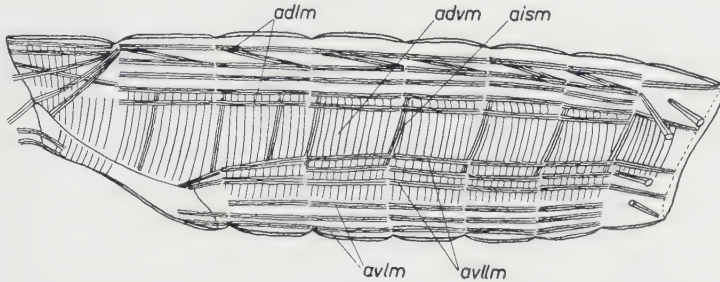


Abb. 20. Schema der Muskulatur der rechten Hälfte des männlichen Abdomens. Bezeichnungen s. Text.

Folgende Muskelgruppen sind unterscheidbar:

- (adlm)
Dorsale Längsmuskeln, die als flache Bänder zwischen den Antecostae der Segmente verlaufen. Ein Bündel liegt schräg.
- (avlm)
Ventrale Längsmuskeln. Sie verlaufen wie vorige zwischen den Antecostae, aber ohne schräge Züge. Das Männchen hat eine deutlich unterscheidbare ventrale und ventrolaterale Gruppe.
- (advn)
Dorsoventrale Muskeln. Viele feine Fasern, die den Tergiten und Sterniten entspringen. Man kann tergosternale, tergopleurale und sternopleurale Fasern unterscheiden.
- (aism)
Intersegmentale Muskeln. Es sind schiefe, relativ starke Bündel, die dorsoventrad die Segmentgrenzen überschreiten.
- (astm)
Jedem Stigma kommt ein kleiner Muskel zu, der den Verschluß bewerkstelligt.

Eine bemerkenswerte Leistung, die die ventrale weibliche Muskulatur im Abdomen zu bewirken hat, ist die starke ventrale Einkrümmung, die als Dauerstellung 3—4 Tage eingenommen wird. Nach diesem Zeitraum geht die Fähigkeit dazu verloren, das Abdomen hängt dann schlaff am Sack herunter, und das Weibchen kann keine Eiablage mehr durchführen. Beim Männchen ist zu beachten, daß es bei der Copula des Abdomen, soweit es die Intersegmentalhäute erlauben, streckt und gleichzeitig um etwa 120° dreht, so daß seine Geschlechtsöffnung an die des Weibchens zu liegen kommt, wobei das Männchen seitlich auf dem Rücken des Weibchens sitzt.

E. Die männliche Genitalmuskulatur

Es liegen bis jetzt nur sehr wenige Untersuchungen über diese Muskeln vor. SNODGRASS (1935) macht Angaben über eine Bombycidae und Tortricidae. FORBES (1939) untersucht Formen der Bombycidae, Noctuidae, Lasiocampidae, Geometridae und Nymphalidae. Ihm verdanken wir auch das einzige hier verwendete System dieser Muskeln. HANNEMANN (1954 und 1957) beschreibt *Argynnis paphia* und *Micropteryx*. Die einzige den *Fumeinae* näher verwandte Gattung, von der die Genitalmuskulatur bekannt ist, ist *Solenobia*, die von SAUTER (1956) untersucht wurde. Sie zeigt auch die größte Übereinstimmung. Die anderen Arten weichen in der Anordnung und im Vorkommen mehrerer Muskeln ab.

FORBES unterscheidet „extrinsic muscles“, die die Verbindung zwischen Genitale und Abdomen herstellen, und „intrinsic muscles“, die die eigentlichen Genitalmuskeln sind. Erstere gehören dem achten Segment an, letztere sind dem neunten und zehnten Segment zuzurechnen.

Die „extrinsic muscles“ werden je nach ihrer tergalen oder sternalen Herkunft mit T und S bezeichnet (Abb. 21).

(T₁)

Retractor und Erector des Tegumens. Zieht von der Lateralfläche des achten Tergits seitlich an das Tegumen.

(T₂)

Retractor und Levator. Geht vom Vorderrand des achten Tergits an die Übergangsstelle Vinculum-Tegumen.

FORBES und HANNEMANN beschreiben für die von ihnen untersuchten Formen 3 ventrale Muskeln, die mit den bei den *Fumeinae* gefundenen Verhältnissen nicht sicher in Einklang zu bringen sind. Dagegen ist die Übereinstimmung mit *Solenobia* vorhanden. Ich wähle daher für diese Muskeln die Bezeichnungen SAUTERS.

(Svl)

Retractor und Depressor des Genitale. Verläuft zwischen dem Vorderrand des achten Sternits und dem lateralen Teil des Vinculums.

(Svm)

Protractor und Levator des Genitale. Zieht von Hinterrand des achten Sternits an die Saccuspitze.

Eigentliche Genitalmuskeln:

1. Depressor des Uncus. Geht von der Übergangsstelle Vinculum-Tegumen bis an die Uncuslappen. Bei den von FORBES untersuchten Arten setzt dieser Muskel immer im Uncus an.
2. Retractoren der Tuba analis. 2 Gruppen (2a, b) von feinen transversalen Fasern, von denen die vorderen durchlaufen, die hinteren median unterbrochen sind.
3. Rotator des Anellus. Zieht vom Tegumen an das Tendon.
4. Antagonist zu vorigem. Vom Tendon an das Vinculum gegenüber Svl.

5. Flexor des Cuiller. 2teiliger Muskel, der konvergierend von der Costa der Valve in den Cuiller zieht.
6. Protractor des Penis und Flexor der Valven. Verläuft von der Basis des Aedoeagus zum vorderen Teil der Costa der Valven. Diesen Muskel gibt es nur noch bei *Solenobia*. Alle anderen Arten haben 2 Muskeln, einen Protractor des Penis und einen Flexor der Valven. Möglicherweise sind diese hier zu einem Muskel verschmolzen.
7. Retractor des Penis. Von der Saccusspitze ventral an die Basis des Aedoeagus.
8. Rotator des Anellus. Zwischen Saccusspitze und Juxta.
9. Retractor der Vesica. Dieser Muskel wird von keinem der genannten Autoren erwähnt. Obwohl er als visceral anzusehen ist, rechne ich ihn zur Genitalmuskulatur, da er hier eine wichtige Funktion auszuüben hat. Er liegt im basalen Teil des Aedoeagus und zieht die während der Copula ausgestülpte Vesica zurück.

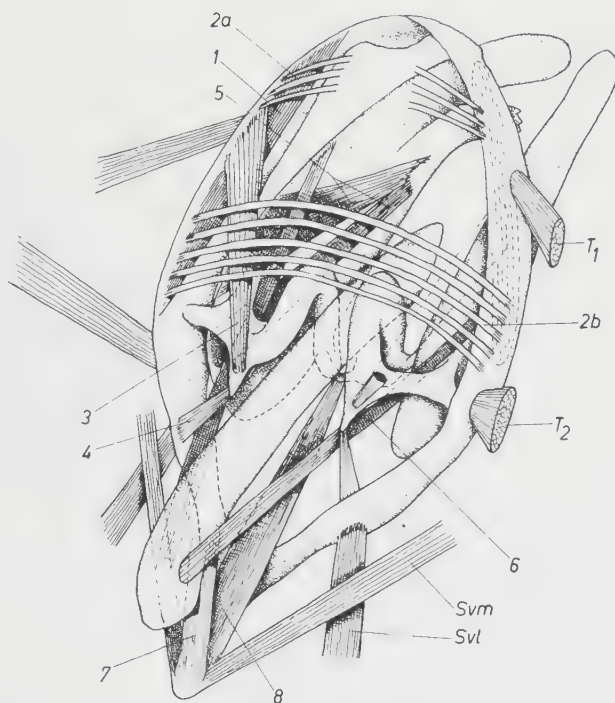


Abb. 21. Muskulatur des männlichen Genitalapparats. Blick seitlich von vorn. Bezeichnungen s. Text.

Die Funktion des Genitale ist in den Grundzügen folgende:

Durch Erhöhung des Drucks in der Leibeshöhle, das von den Abdominalmuskeln bewirkt wird, und den Zug des Svl wird der Genitalring nach hinten ausgepreßt und gegen die Horizontallage gekippt. Durch die Muskeln 3 und 8 werden Anellus

und Aedoeagus noch weiter horizontal gedreht. Das achte weibliche Abdominalsegment wird seitlich von den Valven umklammert. Dies bewirken 5 und 6. Gleichzeitig wird durch 6 der Penis ausgeschoben. Der Uncus greift von dorsal mittels 1. Die Vesica wird durch den Druck der Leibeshöhle ausgestülpt. Die übrigen Muskeln wirken antagonistisch.

F. Muskulatur im Ovipositor

Für seine Beweglichkeit sind die Muskeln des 7. bis 9. Abdominalsegments verantwortlich. Ich habe versucht, sie von den normalen Abdominalmuskeln abzuleiten. Dies ist hier natürlich nur durch Vergleich der Lageverhältnisse möglich (Abb. 22).

Muskeln im siebenten Segment

(VIIadlm₁)

Elevator des Ovipositor und zusammen mit den 3 folgenden Retractor. Er geht von der Mitte des siebenten Tergits an die intersegmentale Membran 7—8.

(VIIadlm₂)

Wie voriger. Verläuft lateral dazu.

(VIIavlm₁)

Flexor des Ovipositors. Vom Vorderrand des siebenten Sternits an die Antevaginalplatte.

(VIIavlm₂)

Wie voriger. Verläuft lateral dazu.

Im vorderen Teil dieses Segments gibt es einige feine dorsoventrale Fasern.

Das achte Segment ist auch bezüglich der Muskulatur bedeutend umgestaltet.

(VIIIadlm₁)

Protractor des achten Segments. Von der Spitze der Apophyse 1 an den lateralen Hinterrand des siebenten Segments.

(VIIIadlm₂)

Rotator des achten Segments. Von der Mitte der Apophyse 1 dorsad zum Vorderrand des Tergits 8. Verhindert das Abknicken der Apophyse bei Kontraktion des Muskels VIIIaism.

(VIIIadlm₃)

Protractor des Ovipositors. Vom vorderen Teil der Apophyse 2, diese zunächst umhüllend, dorso-lateral an das Tergit 8.

(VIIIavlm₁)

Vom Hinterrand des achten Segments neben vorigen an den Übergang Apophyse 1—Tergit 8.

Dazu kommen einige feine Fasern von dorsoventralem Verlauf.

(VIIIaism)

Retractor des neunten Segments. Von der Spitze der Apophyse 1 an das Vorderende der Apophyse 3.

Das neunte Segment enthält keine großen Muskelbündel, sondern nur eine Anzahl feiner Fasern. Neben einem dorsolateralen Längszug kommen nur dorsoventrale

Fasern vor, die teils gerade, teils sich schräg überkreuzend zwischen den Apophysen 2 und 3 verlaufen. Die 4 Endlappen um das Ostium oviductus werden ebenfalls von diesen Fasern versorgt. Die Membran zwischen dem achten und neunten Segment enthält keine Muskulatur. Bemerkenswert ist die Umhüllung des proximalen Teils der Apophysen 1 und 2 mit einer Art „Sehnenscheide“, die in einem kugeligen Gebilde endet. Ich nehme an, daß dieses Polster beim Zurückziehen der Apophysen verhindert, daß deren Spitzen die Eingeweide durchstechen.

Die wesentlichen Bewegungen des Ovipositors sind kurz folgende: Die Ventralkrümmung, durch die das Legerohr die Sacköffnung erreicht, wird durch die avlm eingestellt. Der ganze Apparat kann in der Membran zwischen siebentem und achtem Segment rotieren. Die Segmente 8 und 9 können einzeln oder zusammen teleskopartig ein- und ausgeschoben werden. Rotierende und schlängelnde Bewegungen erfolgen im neunten Segment. Die Endlappen dienen der Placierung der Eier in der leeren Puppenschale und dem Verstopfen der Sacköffnung mit Analwolle.

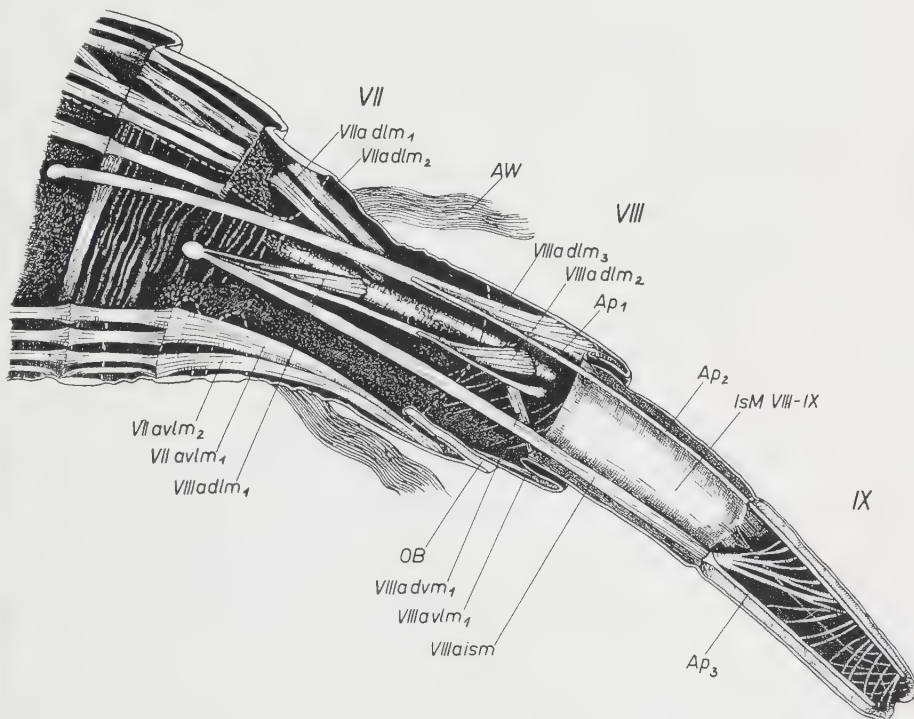


Abb. 22. Rechte Hälfte des Ovipositors. Median sagittal halbiert.

Ap Apophyse, AW Analwolle, IsM intersegmentale Membran, OB Ostium bursae. Die Ziffern bedeuten Segmentzahlen. Muskulatur vgl. Text.

G. Bemerkungen über die Organsysteme der Leibeshöhle

Genauer untersucht wurden nur die Gonaden. Es sei hier jedoch ein kurzer Überblick über jene Systeme gegeben, die bei den Präparationen zutage traten.

Der Darmtractus ist bis auf wenige Einzelheiten bei beiden Geschlechtern gleich. Da im adulten Zustand keine Nahrung aufgenommen wird, ist er in diesem Sinn funktionslos geworden. Der Ösophagus verläuft als dünnwandiges Rohr nach hinten in die Erweiterung des Kropfs. Eine cuticulare Intima ist erkennbar. Wandmuskulatur dagegen nicht. Der Mitteldarm beginnt mit einer Verengung und zieht dann gerade nach hinten. Seine Wand besteht aus hochprismatischen Zellen. Anschließend folgt der Pylorusabschnitt, der beiderseits die Mündung der Malpighigefäße aufnimmt. Es gibt jederseits 3 davon, die als lange dünne Schläuche das ganze Abdomen durchlaufen. Zunächst verschmelzen 2 davon zu einem gemeinsamen Ductus, der kurz vor seiner Einmündung in den Pylorus noch das dritte aufnimmt. Dem Pylorus schließt sich der Dünndarm als einfaches dünnes Rohr an, das in die Rectalblase mündet. Im Rectum der Männchen sind 6 Rectalpapillen ausgebildet, bei den Weibchen von *Fumea casta* dagegen nur 4. Beim Männchen mündet der Darm durch den After, bei den Weibchen endet er blind, doch kann man ihn hier ein Stück weit in das achte Segment hinein verfolgen, bei *B. comitella* verläuft er bis zum caudalen Ende dieses Segments. Da das gelblichweiße Maeconium gespeichert wird, erscheint bei *B. comitella* die Dorsalseite des achten Segments damit gefüllt, da es durch die dünne Wand des Rectums und des Integuments durchschimmert. Häufig findet man im Vorderarm grüne Zellbestandteile, die als Reste der von der Raupe aufgenommenen Nahrung aufzufassen sind.

An der Anordnung des Nervensystems und der Tracheen konnte ich keine Abweichungen vom Normaltypus feststellen.

H. Die Gonaden

Die Hoden und ihre Ausfuhrwege waren bisher noch nicht untersucht worden. Der Hoden wird in der Raupe paarig angelegt, bestehend jeweils aus 4 verschmolzenen

Follikeln. Am Ende des letzten Raupenstadiums verwachsen beide Teile zu einer unpaaren Kugel (Abb. 23), die über dem Darm liegt und durch orangefarbenes Pigment ausgezeichnet ist. Die Vasa deferentia (Vd) bleiben in ihrem proximalen Teil,

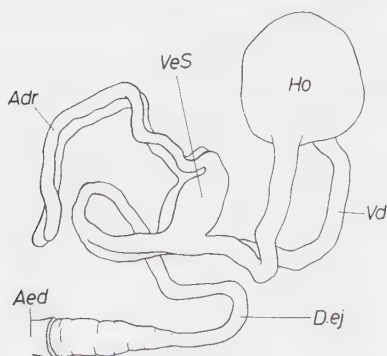


Abb. 23. Die männliche Gonade und ihre Ausfuhrwege (Vergr. 1 : 40).

Aed Aedoeagus, Adr Anhangdrüse, D. ej. Ductus ejaculatorius, Ho Hoden, VeS Vesicula seminalis, Vd Vas deferens.

in dem sie den Darm umschließen, getrennt, danach verschmelzen ihre Wände. Ebenso sind die Wände der blasigen Vesiculae seminales (VeS), die auf den Vasa deferentia sitzen und als Samenspeicher dienen, sowie die der darin einmündenden Anhangdrüsen (Adr) verwachsen. Letztere liefern das Sekret zur Bildung der Spermatophore. Diese Art von Verwachsung ist meines Wissens bei Lepidopteren sonst nicht bekannt. Die Vasa deferentia vereinigen sich zu dem einfachen Ductus ejaculatorius (D. ej), der zunächst als dünnes Rohr nach hinten verläuft. Sein Endabschnitt ist vor der Mündung in den Aedocagus durch besonders kräftige Wandmuskulatur verdickt und wirkt wohl als Samenpumpe. In der Imago ist die Bildung der Spermatozoen abgeschlossen. Sie liegen in den Vesiculae, und ihre Menge ist mindestens für 3 erfolgreiche Paarungen ausreichend.

SIEBOLD (1848) hat als erster das weibliche Genitale einer Psychidae beschrieben, das dem *Fumea*-Typus entspricht. Leider ist die untersuchte Art nicht mehr feststellbar. Die meisten späteren Autoren stützen sich auf PETERSEN (1900), der nur eine

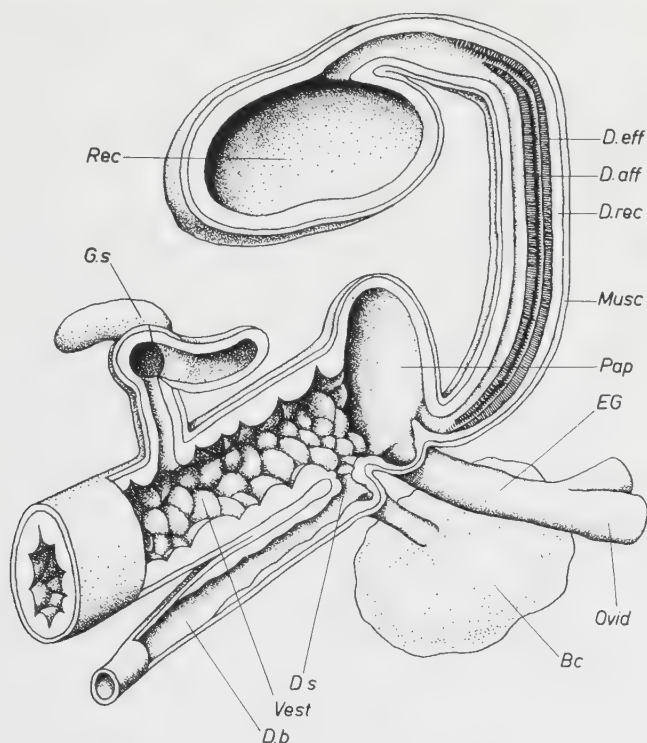


Abb. 24. Schematisiertes Blockbild der weiblichen Genitalwege von *casta*, z. T. aufgeschnitten. Bc Bursa copulatrix, D. aff. Ductus afferens, D. b. Ductus bursae, D. eff. Ductus efferens, D. rec. Ductus receptaculi, D. s. Ductus seminalis, EG Eiergang, G. s. Glandula sebacea, Musc Muscularis, Ovid Oviduct, Pap Papille Rec Receptaculum seminis.

Geschlechtsöffnung, das Ostium oviductus (Oviporus), fand. Er übersah das Ostium bursae. Auf dieser Grundlage stellt KIRIAKOFF (1946) eine neue Unterordnung Heterotrysia auf, die einen Übergang zwischen Mono- und Ditrysia mit einer bzw. 2 Geschlechtsöffnungen sein soll. Aber schon 1938 stellte BÖRNER in seinem Lepidopteren-system die richtigen Verhältnisse mit 2 Öffnungen dar. WILLIAMS (1947) beschreibt *Fumea casta*, BOURGOGNE (1946 und 1950) *Fumea-casta*, *F. crassiorella* sowie *Proutia betulina* und *Bacotia sepium*, die alle zu den Fumeinae gehören. Diese Angaben sind zu ergänzen, da sie sich nur auf die äußere Morphologie beschränken. Zudem ist der Aufbau der weiblichen Gonade und ihrer Ausführwege von wesentlicher systematischer Bedeutung.

Bei der Bezeichnung folge ich der Nomenklatur der Systematiker. Die morphologischen Termini sind in Klammern beigelegt (Abb. 24 und 25).

Das Ovar der Imago enthält nur reife Eier, die sofort abgelegt werden können. Es besteht jederseits aus 4 Ovariolen, die prall gefüllt sind und im Bereich des zweiten Abdominaltergits mit einigen Fasern an kurzen Terminalfilamenten befestigt sind. Sie durchlaufen mehrfach gefaltet Thorax und Abdomen. Jederseits münden sie in die kurzen paarigen Oviductus (Ovid), die sich sehr bald zu dem unpaaren Oviductus communis vereinigen. Von hier ab sind die Teile als ectodermal zu bezeichnen, da sie eine deutliche cuticulare Intima besitzen. Der Oviductus gliedert sich in mehrere Teile. Der proximale Eiergang (EG) mündet von ventral in eine Erweiterung, die der Besamung der Eier dient. Dieser Teil ist das Vestibulum (Vest). Seine Vorderwand wird von einem kräftigen Cyliinderepithel gebildet und sinkt in Ruhelage nicht wie die übrigen Wände des Vestibulums zusammen, sondern bleibt als schirmartige Struktur ausgespannt. Dieser Teil wird Papille (Pap) genannt. Kurz über dem Eiergang mündet der Ductus receptaculi (D. rec) in das Vestibulum. Dorsal am caudalen Ende desselben mündet der gemeinsame Ductus der beiden Schläuche der Glandula sebacea (G. s), die ein Sekret zum Festkleben der Eier liefern soll. Bei *B. comitella* ist diese

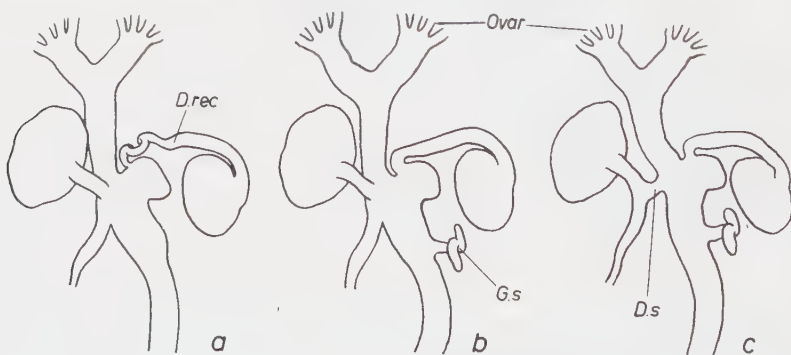


Abb. 25. Schematische Darstellung der weiblichen Genitalwege von a) *comitella*, b) *casta* und *crassiorella*, c) Gattung *Proutia*. Bezeichnungen wie zu Abb. 24 (Vergr. 1: 25).

Drüse auf eine Blase von $50\mu\text{m}$ Durchmesser reduziert und äußerlich nicht mehr sichtbar, da sie in das Wandepithel des Vestibulums eingebettet liegt. In diesem Zusammenhang sei festgestellt, daß die Eier von *Fumea casta* und *F. crassiorella* fest aneinanderkleben, während man die von *B. comitella* aus dem Sack schütteln kann. Das kann ein Hinweis auf die Sekretion von Klebstoffen sein. Andererseits scheint mir die Annahme, daß diese Drüse Sexualduftstoffe absondert, nicht haltbar. Wie sollte sonst bei *B. comitella* das Zusammenfinden der Geschlechter möglich sein? Optische Anlockung ist sicher auszuschließen. Das Vestibulum verengt sich caudad zu einem einfachen Rohr, dem caudalen Oviduct, der über eine doppelte Schlinge zum Ostium ovoductus (Oviporus) zieht. Diese Schlinge dient dem Längenausgleich beim Strecken des Ovipositors.

Die Bursa copulatrix (Be) mündet durch das Ostium bursae (OB. Abb. 12) (Gonoporus) auf der Ventralseite des achten Segments. Von dort läuft der Ductus bursae (D. b.) als dünnwandiger Gang ventral an das Vestibulum heran, wo er mit dessen Wand verschmilzt. Am ventralen Vorderende des Vestibulums zweigt ein kurzer Kanal ab, der Bursahals, der in eine dünnwandige Blase, das Corpus bursae, mündet, das durch keinerlei Strukturen (Signa) gekennzeichnet ist. Der Ductus seminalis (D. s.), der die Verbindung zwischen Bursa copulatrix und Vestibulum herstellt, ist hier bis auf eine Öffnung in der Wand zwischen beiden reduziert. Dies unterscheidet die untersuchten 3 Arten von den nahestehenden Gattungen *Proutia*, *Bacotia* und *Luffia*, die einen deutlichen Ductus seminalis haben (vgl. Abb. 25).

Die Histologie sei nur kurz gestreift. Sie entspricht im wesentlichen den von BRUNOLD (1957) für *Solenobia* gemachten Angaben.

Die Ovariolen sind von einer doppelten Hülle umgeben. Die ectodermalen Teile hinter der Verschmelzung der paarigen Oviducte haben eine deutliche cuticulare Intima. Im gleichen Bereich ist eine äußere Muskelschicht, Muscularis (Musc), aus manchmal undeutlich quergestreiften Muskelfasern ausgebildet. Ihre Aufgabe ist der Transport der Eier und Spermatozoen durch Peristaltik. Sie fehlt nur der Glandula sebacea, dem Corpus bursae und dem distalen Abschnitt des Ductus bursae. Die Wand des Vestibulums wird von Flammenzellen (nach BRUNOLD 1957) gebildet. Das sind hochprismatische Zellen mit nach innen gerichteten flammenförmigen Fortsätzen, die kaum Plasma enthalten. Ihre Kerne liegen basal. Sie sind sehr dehnungsfähig, und ich nehme an, daß sie ein Gleitsekret absondern. Das Cylinderepithel der Papille wurde schon genannt. Der Ductus receptaculi zeigt die von WEIDNER (1935) beschriebene Zweiteilung in einen Befruchtungskanal, Ductus efferens (D. eff.), mit dicker gerillter Cuticula, und einen geraden Spiralkanal, Ductus afferens (D. aff.), mit dünner cuticularer Intima. Beide Kanäle stehen durch einen schmalen Längsspalt in Verbindung. Vor der Einmündung in das Receptaculum (Rec) vereinigen sie sich zu einem einheitlich weithlumigen Rohr. Das Receptaculum seminis ist eine elliptische Blase. Seine Wand besteht aus großkernigen Drüsenzellen mit deutlichen

Sekretvakuolen. Ausführungsgänge dieser Zellen konnte ich nicht finden. Dagegen erheben sich zahlreiche cuticulare Zotten ins Innere der Blase. Ob diese distal eine Öffnung haben, ist lichtoptisch nicht feststellbar. Zwischen den Drüsenzellen liegen kleinkernige Zellen, die von BRUNOLD Kanalzellen genannt werden. Die gleiche Struktur zeigt die Glandula sebacea. Das Corpus bursae besteht aus flachen Zellen. Im Lauf der pupalen Entwicklung geben diese Zellen, wie BRUNOLD nachwies, Sekret ins Innere der Bursa ab. Dieses ist als körnige, eosinophile Masse nachweisbar.

Im Laufe der morphologischen Untersuchungen konnte ich einige Feststellungen zu den Begattungs- und Eiablagevorgängen machen. Die Dauer der Copula beträgt im Mittel für $N = 40$ 6,5 Min. Spezifische Unterschiede konnten nicht nachgewiesen werden. Aedocagus und ausgestülpte Vesica reichen mindestens bis in den Bursahals, wie an rasch fixierten Copulae festzustellen ist. Die Spermatophore wird in den Bursakörper abgegeben. Sie scheint nicht sehr stabil zu sein, da die Spermatozoen rasch aus der Bursa verschwinden. Bei 20 Sek. nach Lösen der Copula fixierten Weibchen findet man diese in der Bursa. Erfolgt die Fixierung nach 30 Sek., so liegen die Spermien schon ausschließlich im Receptaculum. Die kurze Zeitdauer und die regelmäßig gebündelte Anordnung der Spermien im Receptaculum läßt eine aktive Wanderung derselben von der Bursa in das Receptaculum fast sicher ausschließen. Ich bin deshalb der Ansicht, daß die Spermien passiv durch Kontraktionen der Muscularis durch den komprimierbaren Spiralkanal getrieben werden. Der Turgor der Leibeshöhle ist wahrscheinlich auch daran beteiligt. 40—60 Sek. nach der Copula wird das erste Ei abgelegt. Die übrigen erscheinen in der Folge in Abständen von etwa 40 Sek. Die Gesamtdauer der Ablage beträgt je nach Eizahl 50—80 Min. Die Anzahl der Eier ist von der Körpergröße abhängig, da ihre absolute Größe relativ konstant ist (Durchmesser 0,65 : 0,25 mm). In den Ovariolen liegen sie alle mit der Mikropyle kopfwärts, so daß diese in der Papille im Vestibulum zu liegen kommt. Dort erfolgt die Besamung. Die Spermien werden in kleinen Mengen durch den Befruchtungskanal herangebracht. Wahrscheinlich ist das Sekret des Receptaculums als Aktivator und Verdünner beteiligt. Den Sitz der Sexualduftstoffe erzeugenden Elemente konnte ich nicht finden.

VIII. Systematischer Teil und Diskussion der Ergebnisse

Es scheint mir nicht sinnvoll, hier die Problematik des Systems dieser Psychiden-gruppe zu diskutieren, zumal dazu alle Formen herangezogen werden müßten, von denen nur drei zur Untersuchung vorlagen. Die Nomenklatur muß als provisorisch angenommen werden. Ihre Klärung erfordert die Feststellung evtl. noch vorhandener Typen oder eine Neufestlegung derselben. Das war mir bisher nicht möglich. Ich verwende deshalb die heute gebräuchlichsten Nomina. Es soll die Verwertbarkeit der

gewonnenen Ergebnisse für systematische Zwecke geprüft werden und damit der Bau und die Variationsbreite der hier vorliegenden Arten zur Darstellung kommen.

Die Karyogramme sind sehr einheitlich und für die Systematik nicht weiter brauchbar.

Die Kreuzungsergebnisse ergaben 3 genetisch deutlich getrennte Arten, die in sich normale Nachkommenschaft erzeugen, deren mögliche Bastarde aber sicher erkennbar sind. Die Tatsache, daß mit *B. comitella* keine Bastarde mehr erzielt werden können, untermauert die Festlegung einer eigenen Gattung für diese Art, die bisher nur auf einige morphologische Merkmale begründet war. Ausgehend von den für diese Versuche verwendeten Tieren, wurde eine große Zahl von Individuen untersucht. Die für die Unterscheidung brauchbaren morphologisch-anatomischen Merkmale werden anschließend für Männchen und Weibchen getrennt dargestellt.

1. Das Männchen

Die Färbung ist nur an frischen Tieren deutlich zu erkennen. Getrocknete Exemplare nehmen nach 2 Jahren eine fahle bräunliche Farbe an, die alle Unterschiede verwischt. Die Farbe der Vorderflügel ist bei *F. casta* schwarzbraun mit starkem Bronzeglanz, bei *F. crassiorella* graubraun mit schwach gelblichem Glanz. Beide Arten zeigen keine Zeichnung. Dagegen besitzt *B. comitella* auf grauem Grund eine feine dunkelgraue Gitterzeichnung, die auf der distalen Flügelhälfte deutlicher hervor-

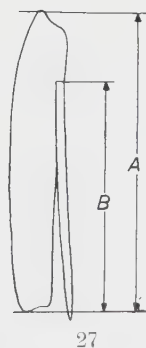
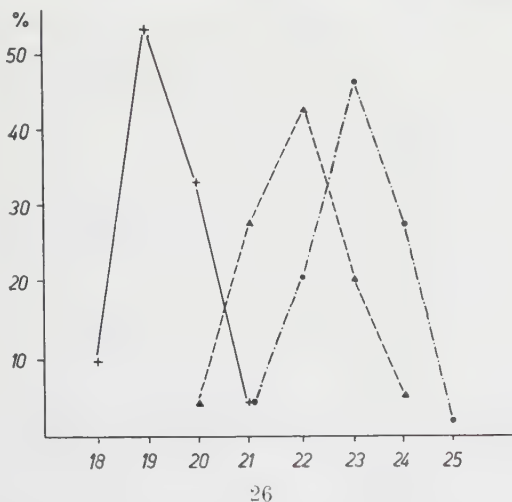


Abb. 26. Graphische Darstellung der männlichen Fühlergliederzahl. Abszisse: Anzahl der Fühlerglieder. Ordinate: Prozentsatz der von der Gesamtzahl N einer Art gemessenen Gliederzahl. ——— *casta*, - - - - *comitella*, - . - . *crassiorella*.

Abb. 27. Schema zur Berechnung des Spornindex an der Protibia der Männchen.

tritt. Die Hinterflügel sind jeweils etwas heller, aber von gleichem Farbton wie die Vorderflügel.

Die Form der Flügel (Abb. 10) ist, obwohl etwas variabel, doch von Bedeutung. So sind die Vorderflügel von *F. casta* und *F. crassiorella* am Apex stark gerundet, und ihr Innenrand ist deutlich ausgebogen. Bei *B. comitella* aber ist der Flügel gestreckter, sein Apex spitzer und der Innenrand wenig gerundet. Die Hinterflügel sind in ihrer Form wenig verschieden.

Das Geäder zeigt bei *F. casta* und *F. crassiorella* eine einfache Media in der Discoidalzelle, bei *B. comitella* hingegen ist diese gegabelt. Daran kann man zusammen mit der Gitterzeichnung die Gattungen *Fumea* und *Bruandia* schon rein äußerlich unterscheiden. Auf diesen Merkmalen begründet auch TUTT (1900) die Aufstellung einer eigenen Gattung *Bruandia*. Das übrige Geäder ist nicht verschieden.

Die Anzahl der Fühlerglieder ist wichtig für die Trennung der Arten. Die Auswertung der Messungen ist in Abb. 26 graphisch dargestellt. Es ergaben sich folgende Werte:

Tabelle 8 Häufigkeit der männlichen Fühlergliederzahl

Gliederzahl	18	19	20	21	22	23	24	25	
Arten									
<i>casta</i>	9,6	53,3	33,1	4,0					%
<i>crassiorella</i>				4,0	20,5	46,0	27,5	2,0	%
<i>comitella</i>			4,8	27,2	42,4	20,8	4,8		%
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>s</i>	<i>m</i>					
<i>casta</i>	148	19,3	± 0,7	± 0,057					
<i>crassiorella</i>	102	23,0	± 0,85	± 0,084					
<i>comitella</i>	125	21,9	± 0,93	± 0,083					

N Anzahl der untersuchten Exemplare

M Mittelwert

s mittlere quadratische Abweichung

m mittlerer Fehler des Mittelwertes.

Die Mittelwerte sind voneinander statistisch gut gesichert. Für die Unterscheidung von *B. comitella* müssen aber andere Merkmale herangezogen werden. Die gemeinsame Gliederzahl von 21 für *F. casta* und *F. crassiorella* beträgt zusammen nicht mehr als 5 %. Damit lassen sich die beiden Arten fast immer sicher unterscheiden.

Die Berechnung der Spornrelation der Protibia erfolgt nach dem Schema in Abb. 27. Der Index B ergibt sich als Länge von B, bezogen auf die Länge von A = 1. Die Messungen müssen genau durchgeführt werden, da sonst bei den niederen Zahlenwerten Unterschiede verwischt werden. Als Beispiel sei die Form *germanica*

genannt, die von CHAPMAN (1900) als neue Art beschrieben wurde, da sie sich in ihrem Spornindex von 0,88 gegenüber dem von *F. casta* mit maximal 0,82 unterschied. MEYRICK (1927) bewies aber, daß bei genauer Nachmessung die Werte von *germanica* kleiner sind und unter die Variationsbreite von *casta* fallen. Die Form *germanica* ist also als selbständige Art zu streichen. Ich selbst habe an Mikropräparaten jeweils die größte Länge der zu messenden Strecken bestimmt und damit gute Übereinstimmung mit den Werten von BURROWS (1923 und 1932) und MEYRICK (1927) erzielt. Die Zahl der von mir gemessenen Individuen ist daher gering. Die Auswahl der untersuchten Tiere erfolgte aber so, daß die gesamte Variationsbreite der Fühlergliedzahl erfaßt wurde. Zusammenhänge zwischen ihrer Variabilität und der der Spornindices einer Art konnte ich allerdings nicht feststellen. Abb. 28a zeigt die graphische Darstellung der Meßwerte. Tabelle 9 vermittelt die statistischen Größen.

Tabelle 9 Auswertung der Spornindices

	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>s</i>	<i>m</i>
<i>F. casta</i>	18	0,793	$\pm 0,0235$	$\pm 0,0059$
<i>F. crassiorella</i>	22	0,678	$\pm 0,0205$	$\pm 0,0043$
<i>B. comitella</i>	12	0,581	$\pm 0,0264$	$\pm 0,0076$

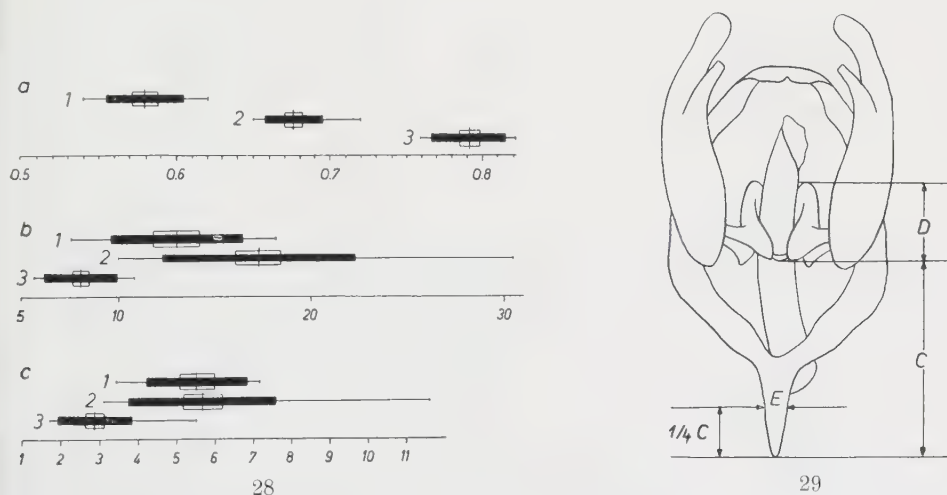


Abb. 28. Graphische Darstellung des: a) Spornindex, b) Genitalindex C/E, c) Genitalindex D/E von 1. *comitella*, 2. *crassiorella*, 3. *casta*.

Variationsbreite = einfache Strecke, Mittelwert *M* = senkrechter Strich, mittlere quadr. Abweichung *s* = schwarzes Rechteck, einfacher mittlerer Fehler von *M*, *m* = weißes Rechteck. Zur Berechnung der Indices vgl. Text und Abb. 27, 29 (Darstellung nach SAUTER 1957).

Abb. 29. Schema zur Berechnung der Genitalindices am männlichen Genitale.

Der männliche Genitalapparat bietet für die Gattungsunterscheidung brauchbare Merkmale. *Fumea casta* und *crassiorella* haben in der Vesica deutliche Dornen, die *Bruandina comitella* fehlen. Die dorsale Kuppe des Anellus ist bei *Fumea* mit kurzen etwa $10\mu\text{m}$ langen basiconischen Sensillen besetzt, bei *comitella* nur mit feinen Borsten von etwa $45\mu\text{m}$ maximaler Länge (vgl. Abb. 13). Die Trennung von *Fumea casta* und *crassiorella* ist schwieriger. Von einer Anzahl berechneter Indices erwiesen sich nur 2 als statistisch absicherbar, nämlich die in Abb. 29 bezeichneten Strecken. Es gibt jedoch Überschneidungen der Variationsbreite, so daß diese Indices allein nicht zur Artunterscheidung herangezogen werden können. Bei der Messung lag das Genitale mit der cephalen Seite nach unten auf planer Unterlage ohne auflastenden Druck. C ist die Strecke zwischen Saccusspitze und unterem Juxtarand. D geht vom unteren Juxtarand bis zur dorsalen Kuppe des Anellus. E ist der Durchmesser des Saccus in der Entfernung $\frac{1}{4}$ C von seiner Spitze. Die Messungen wurden wie folgt berechnet: Index C/E und Index D/E, d. h. die relative Länge und Dicke des Saccus und die Höhe des Anellus. Die Indices sind in Abb. 28 graphisch dargestellt, die statistischen Größen ergeben sich aus Tabelle 10.

Tabelle 10 Auswertung der Genitalindices

C/E	N	M	s	m
<i>F. casta</i>	16	8,97	$\pm 3,97$	$\pm 0,99$
<i>F. crassiorella</i>	18	17,25	$\pm 5,08$	$\pm 3,40$
<i>B. comitella</i>	8	13,07	$\pm 3,40$	$\pm 1,20$
D/E				
<i>F. casta</i>	16	2,84	$\pm 0,93$	$\pm 0,23$
<i>F. crassiorella</i>	18	5,71	$\pm 1,93$	$\pm 0,45$
<i>B. comitella</i>	8	5,52	$\pm 1,36$	$\pm 0,48$

Der Index C/E ist zwischen *casta* und *crassiorella* mit $t = 5,3$ abzusichern, D/E mit $t = 5,6$. Die Stellung von *B. comitella* ist ohne Bedeutung, da sie sich durch andere und bessere Merkmale von den *Fumea*-Arten trennen läßt.

2. Das Weibchen

Wegen Fehlens der Flügel kann nur die Färbung der Sklerite und Membranen untersucht werden. Die vorhandenen Schuppen sind ohne Bedeutung. Die Färbung der Sklerite beruht einerseits auf ihrer Dicke und damit ihrer Eigenfarbe, andererseits auf dem Vorhandensein brauner Pigmente in der Hypodermis. Dazu kommen noch als Komponente die etwas durchscheinenden Organe der Leibeshöhle, vor allem der Eier, die die Farbe aufhellen. Weibchen, die ihre Eier abgelegt haben, erscheinen weit dunkler gefärbt. Alle Sklerite von *F. casta* einschließlich der Fühler und Extremitäten sind braunoliv. Das braune Pigment ist stark verbreitet, so

daß die Sklerite dunkelbraun erscheinen und die abdominalen Membranen gelbbraun. Bei *F. crassiorella* sind Kopf, Pro- und Mesothorax sowie Fühler und Beine gelblichweiß bis gelbbraun. Der Metathorax und die dahinterliegenden Sklerite sind dunkelbraun wie bei *F. casta*. Die Membranen sind kaum pigmentiert und erscheinen daher gelblichweiß. *B. comitella* ist die hellste Art. Bei ihr sind alle Sklerite gelblichweiß bis hellbraun. Die Membranen sind von einem sehr hellen gelblichen Fleischrosa. Die Analwolle ist bei *F. casta* hell lehmgelb, bei *F. crassiorella* ähnlich, aber mehr gelbweiß und bei *B. comitella* weißgrau (vgl. Tafel 1, Abb. 1).

Die Fühler sind ein wichtiges Merkmal. Ihre Färbung wurde oben schon besprochen. Sie sind bei *F. casta* immer gut gegliedert, wobei die Membranen zwischen den Ringen heller sind. Die Gliederung ist bei *B. comitella* deutlich, die Farbe einheitlich hell. Das gleiche gilt für *F. crassiorella*, nur sind hier die Fühler vor allem basal sehr schlecht gegliedert. Ich habe alles als gesonderte Glieder gerechnet, was durch deutliche Einkerbungen oder Membranen getrennt ist. Die Anzahl der Fühlerglieder ist in Abb. 30 dargestellt. Die statistischen Werte sind aus Tabelle 11 zu entnehmen.



Abb. 30. Graphische Darstellung der weiblichen Fühlergliederzahl. ——— *casta*, ----- *comitella*, -.-.- *crassiorella*. Senkrechter Strich: Mittelwert M.

Tabelle 11 Auswertung der weiblichen Fühlergliederzahl

Gliederzahl	10	11	12	13	14	15	16	17
Art								
<i>F. casta</i>	3,9	13,0	37,4	33,4	11,3	1,1		%
<i>F. crassiorella</i>		1,0	5,0	6,0	24,0	21,0	16,0	27,0 %
<i>B. comitella</i>		1,0	7,3	13,5	37,5	35,4	3,1	%
	N	M	s	m				
<i>F. casta</i>	230	12,4	± 1,025	± 0,068				
<i>F. crassiorella</i>	100	15,15	± 1,56	± 0,160				
<i>B. comitella</i>	96	14,0	± 1,33	± 0,136				

Die Werte sind untereinander statistisch knapp gesichert. Die Variationsbreiten überschneiden sich. Die Zahl der Glieder ist somit nur zusammen mit anderen Merkmalen taxonomisch verwertbar.

Eine bemerkenswerte Tatsache ist die Zweigipfeligkeit der Fühlergliederkurve von *F. crassiorella*. Der rechte Gipfel beruht auf Meßwerten von Tieren nördlich der Alpen, der linke vor allem von solchen aus Südtirol. Man könnte nun an verschiedene Rassen denken, zumal die Entwicklung dieser Art im Süden sicher einjährig ist, wogegen die Tiere nördlich der Alpen mindestens teilweise 2jährig sind. Einen Beweis für Rassenunterschiede kann ich jedoch nicht bringen.

Die Länge der Fühler ist ein weiteres brauchbares Merkmal. Sie wurde mit dem Meßokular in der Mittellinie der planliegenden Antennen gemessen. Die Ergebnisse sind in Abb. 31 graphisch dargestellt. Die Werte sind in Tabelle 12 zusammengefaßt.

Tabelle 12 Auswertung der weiblichen Fühlerlängen in Prozent von N

Art	<i>casta</i>	<i>crassiorella</i>	<i>comitella</i>	
Längenklassen in 50 µm				
325— 375	0,8			
376— 425	7,3		1,0 ¹⁾	
426— 475	16,4		1,0	
476— 525	20,2		1,0	
526— 575	13,7	1,0	—	
576— 625	8,2	—	—	
626— 675	12,5	3,0	—	
676— 725	6,5	3,0	—	
726— 775	5,2	2,0	4,2	
776— 825	3,9	4,0	1,0	
826— 875	0,8	9,0	12,5	
876— 925	3,4	14,0	13,5	
926 — 975	0,8	12,0	14,6	
976 —1025	0,4	17,0	15,6	
1026—1075		14,0	9,4	
1076—1125		8,0	12,5	
1126—1175		7,0	8,3	
1176 —1225		5,0	4,1	
1226 —1275		1,0	—	
1276 —1325		2,0	—	
1326—1375		1,0	1,0	
	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>s</i>	<i>m</i>
<i>F. casta</i>	232	577 µm	± 129	± 8,4
<i>F. crassiorella</i>	100	1015 µm	± 156	± 15,6
<i>B. comitella</i>	96	972 µm	± 150	± 15,3

1) Bei den 3 Meßwerten handelt es sich um Kümmerformen.

F. casta ist von *F. crassiorella* und *B. comitella* statistisch gut gesichert, die beiden letzteren dagegen nicht, so daß auch hier zur Unterscheidung andere Merkmale herangezogen werden müssen.

Die Färbung der Beine wurde schon erwähnt. Die Ausbildung der Tibialsporne auf Mittel- und Hinterbeinen ist, wie oben bereits vermerkt, nur so zu verwerten, als Tiere mit Spornen nicht *B. comitella* sein können. Die Gliederung der Tarsen gibt keine brauchbaren Unterschiede.

B. comitella fällt durch ihren sehr konstanten Sternalgrat auf Meso- und Metasternum auf. Abb. 32 zeigt von ventral und außen den Grat als eingesenkte Naht zwischen den Coxen. Bei den *Fumea*-Arten ist diese Stelle glatt.

Die vorderen Abdominalsternite sind bei *B. comitella* median getrennt und erscheinen daher paarig, doch ist das wegen der schwachen Sklerotisierung und der unscharfen Begrenzung oft nicht sicher feststellbar.

Die Unterschiede der Thoracalmuskulatur wurden in dem entsprechenden Abschnitt bereits besprochen. Es sei hier nochmals vermerkt, daß sie konstant sind und eine sichere Artdiagnose zulassen.

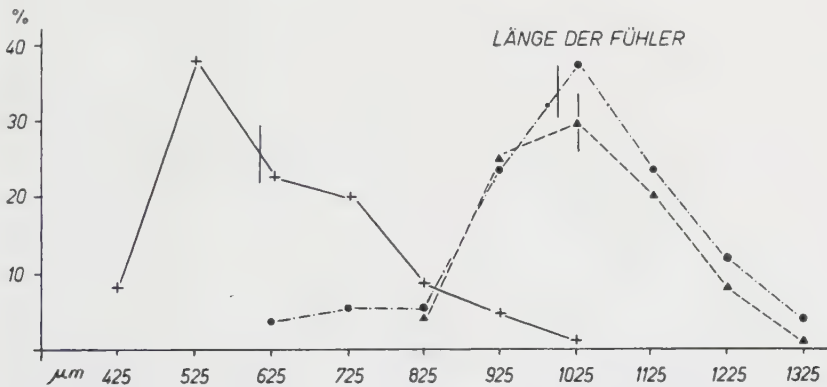


Abb. 31. Graphische Darstellung der weiblichen Fühlerlängen. Abszisse: Größenklassen zu 100 µm. Ordinate: Prozent von N. Signaturen wie Abb. 30.

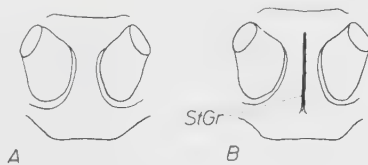


Abb. 32. Sternalregion des Metathorax der Weibchen von ventral. a) *casta*, *crassiorella*, b) *comitella*. *Comitella* mit Sternalgrat (StGr) zwischen den Coxen.

Die Gonaden und ihre Ausführwege zeigen für *F. casta* und *F. crassiorella* keine Unterschiede. Dagegen zeichnet sich *B. comitella* durch die im Totalpräparat nicht sichtbare Glandula sebacea aus. Weiterhin ist ihr Ductus receptaculi von 3facher Länge des Receptaculum in seiner größten Ausdehnung, außerdem ist er vor der Einmündung in das Vestibulum spiralig gewunden. Bei *Fumea* aber ist er nur von 2facher Länge und gerade (vgl. Abb. 25). Der Unterschied zu den nahestehenden Gattungen *Proutia*, *Bacotia* und *Luffia* besteht im Fehlen eines deutlich abgesetzten Ductus seminalis.

Es ist sicher möglich, weitere Merkmale, vor allem durch statistische Untersuchungen, zu finden. Ich glaube aber, die wichtigsten hier dargestellt zu haben, und bin der Ansicht, daß keine neuen wesentlichen Erkenntnisse dadurch gewonnen werden können. Jedenfalls lassen sich die Weibchen mit der Gesamtheit der oben dargestellten Merkmale sicher trennen. Von Interesse ist lediglich die vergleichende Untersuchung der restlichen Arten und nahestehenden Gattungen. Dadurch ließe sich ein Einblick in die phylogenetischen Zusammenhänge gewinnen. Der Vorgang der Reduktion der Weibchen würde wahrscheinlich deutlicher hervortreten.

3. Die Gattungen

Als Generotypus für *Fumea* HAWORTH (1812) hat *casta* PALLAS (1776) zu gelten. Die Gattungsbeschreibung umfaßt somit alle Merkmale von *casta* im weiteren Sinne. Hier eine endgültige Beschreibung zu geben, erscheint mir vor der Untersuchung aller dazugehörigen Formen verfrüht. Für *crassiorella* auf Grund ihres kleineren Spornindex eine eigene Gattung *Masonia* aufzustellen, scheint mir sinnlose Spielerei, die zuletzt zu monotypischen Gattungen führen muß. Außerdem ist die morphologisch-anatomische Übereinstimmung mit *casta* so groß und die nahe Verwandtschaft durch Hybridenbildung untermauert, daß meiner Meinung nach beide Arten in eine Gattung gehören.

Als Generotypus für *Bruandia* TUTT (1900) gilt *reticulatella*. Diese südeuropäische Form konnte ich nur in wenigen männlichen Exemplaren sehen. Sie stimmen aber gut mit den Männchen von *comitella* überein. Eine Festlegung der Gattung für *comitella* kann aber erst erfolgen, wenn die Weibchen von *reticulatella* genauer untersucht sind. Einstweilen wird *comitella* provisorisch in die Gattung *Bruandia* gestellt, da sie sicher nicht zu *Fumea* zu rechnen ist. Dafür sprechen nicht nur die schon bekannten Tatsachen der Gitterzeichnung der Flügel und deren gegabelte Media sowie das Fehlen der Cornuti in der Vesica, sondern auch die von mir gefundenen anderen Unterschiede des männlichen und weiblichen Genitals, des weiblichen Sternalgrats und der genetischen Differenzen, die sich in der Nichtkreuzbarkeit äußern.

Vergleicht man nun die in der Literatur genannten Formen an Hand ihrer Beschreibungen mit der Variationsbreite der hier dargestellten Arten, so ergibt sich folgende Übersicht:

Zu der Art *casta* PALL. gehören

niti lella HBN.

germanica CHAPM.

intermediella BRD.

minor CHAPM.

bowerella CHAPM.

scotica CHAPM.

mitfordella CHAPM.

Zu der Art *crassiorella* BRD. gehören

affinis REUTTI

Von *B. comitella* sind bisher keine eindeutig zuzuordnenden Formen beschrieben worden.

Es ist allerdings ohne besondere Untersuchungen nicht zu entscheiden, welchen systematischen Status diese Formen im allgemeinen Sinn haben. Möglicherweise sind einige davon als Rassen anzusprechen. Bei den meisten wird es sich aber um Kleinvarianten handeln.

IX. Zusammenfassung

1. Die Karyogramme von *Fumea casta*, *F. crassiorella* und *Bruandia comitella* wurden untersucht. Es liegt ein X-O-Typus von diploid 62 bzw. 61 Chromosomen mit weiblicher Heterogamietie vor. Artspezifische Unterschiede konnten nicht gefunden werden.

2. Kreuzungsversuche ergaben 3 genetisch einheitliche Arten, die unter sich normale F_1 und F_2 erzeugen. Artkreuzungen ergaben nur Männchen oder die Embryonen starben frühzeitig ab. Die Hybriden sind an ihrer Entwicklung zu erkennen. Sie sind wahrscheinlich steril.

3. Die Morphologie der Männchen und Weibchen wurde untersucht. Erstere zeigen mit Ausnahme der reduzierten Mundwerkzeuge den normalen Lepidopterentypus. Dagegen sind die Weibchen stark reduzierte Formen mit einem wohlentwickelten Ovipositor.

4. Die gesamte Muskulatur wurde untersucht. Sie ist beim Männchen ohne Besonderheiten im Vergleich mit anderen Lepidopteren. Dagegen sind die Muskeln der Weibchen nicht nur stark rückgebildet, sondern auch anders angeordnet. Ihre thoracale Muskulatur ist artlich verschieden.

5. Der Bau der Gonaden und ihrer Ausfühwege wird beschrieben. Sie zeigen in beiden Geschlechtern Ausprägungen, die für die untersuchten Arten eigentümlich sind.

6. Die übrigen Organsysteme werden kurz gestreift.

7. Die gewonnenen Ergebnisse werden auf taxonomische Verwertbarkeit geprüft und die 3 Arten an Hand der gefundenen Merkmale beschrieben.

8. Die Abtrennung der Art *comitella* in eine eigene Gattung, die bisher auf Eigentümlichkeiten im Bau der männlichen Flügel und des Genitals gestützt war, wird hier durch die Ergebnisse der Kreuzungsversuche, der männlichen und weiblichen Morphologie und Anatomie untermauert.

9. Eine Übersicht zeigt die unter die Variationsbreite der 3 Arten fallenden, in der Literatur beschriebenen Formen.

10. Zusammenfassung der Merkmale als kurze Bestimmungstabelle

a) Männchen

Apex und Innenrand der Vorderflügel gerundet, Färbung dunkel, ohne Zeichnung. Vesica mit Dornen, Anelluskuppe mit kurzen basiconischen Sensillen, Index des Tibialsporns größer als 0,65. Media in der Discoidalzelle ungegabelt.

Gattung *Fumea* — 2

1' — Apex spitz, Innenrand fast gerade, Färbung hellgrau, mit feiner dunkler Gitterzeichnung. Vesica ohne Dornen, Anelluskuppe nur mit langen Borsten, Index des Tibialsporns kleiner als 0,65. Media in der Discoidalzelle gegabelt.

Gattung *Bruandia* — 3

2 — Färbung dunkel bronzefarben, Spornindex größer als 0,76, Saccus kurz und dick, Anellus niedrig, Zahl der Fühlerglieder 18—21.

Fumea casta PALL.

2' — Färbung braun mit gelblichem Glanz, Spornindex 0,65—0,72, Saccus lang und dünn, Anellus hoch, Zahl der Fühlerglieder 21—25.

Fumea crassiorella BRD.

3 — Hier nur die Art.

Bruandia comitella BRD.

b) Weibchen

1 — Ohne Sternalgrat, z. T. mit Tibialspornen, Abdominalsklerite dunkelbraun, Ductus receptaculi gerade und kurz, Glandula sebacea sichtbar.

Gattung *Fumea* — 2

1' — Mit Sternalgrat, ohne Tibialsporne, Abdominalsklerite hell gelbbraun, Ductus receptaculi spiralig und lang, Glandula sebacea von außen nicht sichtbar.

Gattung *Bruandia* — 3

2 — Kopf bis Mesothorax dunkelbraun, Fühler und Beine olivbraun, Zahl der Fühlerglieder 10—15, Länge der Fühler 425—1025 μ m, Membranen hell rotbraun pigmentiert.

Fumea casta PALL.

2' — Kopf bis Mesothorax hell gelbbraun, Fühler und Beine gelblichweiß, Zahl der Fühlerglieder 11—17, Länge der Fühler 625—1325 μ m, Membranen gelblichweiß.

Fumea crassiorella BRD.

3 — Hier nur die Art.

Bruandia comitella BRD.

X. Literatur

BERLESE, A., 1909. Gli insetti. Vol. I, 384—436. Milano.

BERGMANN, A., 1951ff. Die Großschmetterlinge Mitteldeutschlands. Band III, Jena.

BÖRNER, C., 1938. Die Grundlagen meines Lepidopteren-Systems. Verh. VII. int. Kongr. Entom. Berlin Vol. II, 1372.

- BOURGOGNE, J., 1950a. Expériences d'hybridation dans le genre *Fumea*. Bull. Soc. ent. France **55**, 68—73.
- 1950b. Remarques sur l'appareil génital femelle des Psychidae (Lép.) et sur l'importance de sa structure en systématique. Bull. Soc. Zool. France **75**, 104—109.
- 1951. In Traité de Zoologie. Tom X, Ordre Lépidoptères, Paris.
- & PACLT, 1948. Fragmenta lepidopterologica. 1. *Fumea* HAWORTH 1812. Acta Soc. ent. Cechoslov. **45**, 47—50.
- BRUAND, M. TH., 1853. Essai monographique sur la tribu des Psychides. Bésançon.
- BRUNOLD, E., 1957. Die Entwicklung des weiblichen Genitalapparates von *Solenobia triquetrella* während des Puppenstadiums. Zool. Jahrb. Anat. Ontog. **75**, 581—614.
- BURROWS, C. R. N., 1923. Notes on Psychides. Ent. Rec. **35**, 41, 57, 79, 117, 129.
- 1932. Notes on the Psychides. Ent. Rec. **44**, 97, 117, 133.
- CHAPMAN, 1900. Notes on the Fumeids, with description of new species and varieties. Ent. Rec. **12**, 59—62, 89—93, 122—126.
- FORBES, W. T. M., 1939. The muscles of the lepidopterous male genitalia. Ann. Ent. Soc. America **32**, 1—10.
- FORSTER & WOHLFAHRT, 1960. Die Schmetterlinge Mitteleuropas. Band III, 156—190, Stuttgart.
- HANNEMANN, H. J., 1954. Zur funktionellen Anatomie des männlichen Kopulationsapparates von *Argynnis paphia* (L.). Zool. Anz. **152**, 266—274.
- 1957. Die männlichen Terminalia von *Micropteryx calthella* (L.). Deutsch. Ent. Zschr. **4**, 209ff.
- HAWORTH, A. H., 1811. Lepidoptera britannica. Tom III, 473—474, London.
- HOFMAN, O., 1860. Über die Naturgeschichte der Psychiden. Berliner Ent. Zschr. **4**, 1—53.
- KIRIAKOFF, S. G., 1946. Principes généraux et critères de la classification des Lépidoptères. Lambillionnea **46**, 51.
- KÜENTHAL, W., 1936. Handbuch der Zoologie. Bd. 4, Teil 2, Berlin.
- LEWIN, A., 1949. Notes on *Fumea* HAW. and *Proutia* TUTT. Ent. Tidskr. **70**, 155—170.
- MAKI, T., 1938. Studies on the thoracic musculature of insects. Mem. Fac. of Sci. and Agri. Taihoku Imp. Univ. Formosa Vol. XXIV, 183ff.
- MATTHES, E., 1947. Zur Fortpflanzungsbiologie eines Schmetterlings (*Fumea crassiorella* BRD.) Mem. est. museu zool. Univ. Coimbra, Nr. **182**, 1—47.
- 1953. Diapause, Bivoltinismus und zweimalige Überwinterung bei *Fumea crassiorella*. Mem. est. museu zool. Univ. Coimbra, Nr. **226**, 1—16.
- 1955. Metamorphosedauer und Synchronie des Schlüpfens bei *Fumea crassiorella*. Mem. est. museu zool. Univ. Coimbra, Nr. **232**, 1—18.
- MEYRICK, E., 1927. A revised handbook of British Lepidoptera. London.
- NÜESCH, H., 1947. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Flügelreduktion bei *Fumea casta* und *Solenobia triquetrella* und Deutung der *Solenobia*-Intersexen. Arch. Julius Klaus-Stift. **22**, 221—293.
- 1953. The morphology of the thorax of *Telea polyphemus* (LÉP.). I Skeleton and muscles. Journ. Morph. **93**, 589—609.
- 1957. Die Morphologie des Thorax von *Telea polyphemus*. II Nervensystem. Zool. Jahrb. Anat. **75**, 615—642.
- PETERSEN, W., 1900. Beiträge zur Morphologie der Lepidopteren. Mém. Acad. Sc. S. Pétersbourg 8° serie IX.
- SAUTER, W., 1956. Morphologie und Systematik der schweizerischen *Solenobia*-Arten (Lep. Psych.) Rev. Suisse Zool. **63**, 451—550.

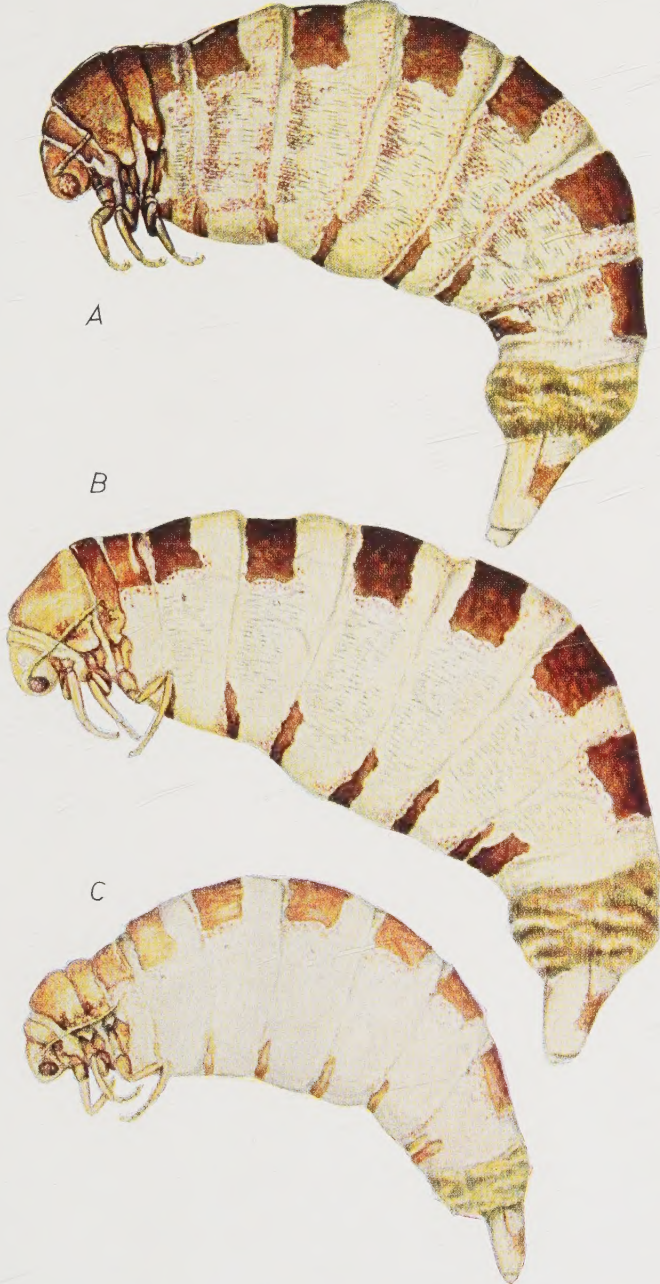
- SCHNEIDER & KAISLING, Der Bau der Antenne des Seidenspinners *Bombyx mori* L. II Architektur und Bewegungsapparat der Antenne sowie Struktur der Cuticula. Zool. Jahrb. Anat. **75**, 292.
- SCHRÖDER, CH., 1925—1929. Handbuch der Entomologie. Jena.
- SEILER, J., 1921. Geschlechtschromosomenuntersuchungen an Psychiden. II Die Chromosomenzahlen von *Fumea casta* und *Talaeporia tubulosa*. Arch. für Zellforsch. **16**, 19—46.
- & PUCHTA, 1956. Die Fortpflanzungsbiologie der Solenobien (Lep. Psych.). Verhalten bei Artkreuzungen und F₁-Resultate. Roux' Arch. Entw.mech. **149**, 115—246.
- SIEBOLD, C. TH. VON, 1849. Über die Fortpflanzung von Psyche. Zschr. wiss. Zool. **1**, 93—102.
- SNODGRASS, R. E., 1935. Principles of insect morphology. New York.
- STANDFUSS, M., 1896. Handbuch der paläarktischen Großschmetterlinge. 56, Jena.
- STRAND, E., 1913. In SEITZ, Paläarktische Großschmetterlinge. Bd. II. 367—368, Stuttgart.
- 1918. Literatur über die Biologie der Psychiden. Ent. Zschr. **32**, 34—35.
- TUTT, J. W., 1900. A natural history of the British Lepidoptera. Vol. II, 102—127, 265—338, London.
- VIETTE, P., 1948. Morphologie des genitalia males des Lépidoptères. Rev. franç. Ent. **15**, 141—161.
- WEBER, E., 1948. Grundriß der biologischen Statistik. Jena.
- WEBER, H., 1928. Die Gliederung der Sternopleuralregion des Lepidopteren thorax. Zschr. f. wiss. Zool. **131**, 181—254.
- 1933. Lehrbuch der Entomologie. Jena.
- 1954. Grundriß der Insektenkunde. Stuttgart.
- WEHRLI, E., 1933. In SEITZ, Paläarktische Großschmetterlinge. Suppl. Band II, 223—225.
- WEIDNER, 1935. Morphologie und Physiologie des Genitalapparats der weiblichen Lepidopteren. Zschr. angew. Ent. **21**, 239—290.
- WILLIAMS, J. L., 1947. The anatomy of the internal genitalia of *Fumea casta*. Trans. Amer. Ent. Soc. **73**, 77—84.

Anschrift des Verfassers: Dr. WOLFGANG DIERL, München 19, Zoologische Staatssammlung, Maria-Ward-Straße, Nordflügel des Schlosses Nymphenburg.

Tafelerklärung

Tafel 1

Fig. 1. Habitus der Weibchen von a) *casta*, b) *crassiorella*, c) *comitella* (Vergr. 1:20).



Lebenslauf

Am 20. Januar 1935 wurde ich in Kirchschlag, Kreis Krummau (Moldau), als Sohn des Volksschullehrers Friedrich Dierl und seiner Ehefrau Klara, geb. Foschum, Lehrerin, geboren.

Röm.-katholisch.

1941 bis 1946 besuchte ich die Volksschule in Kalsching, Kreis Krummau (Moldau), und Linz (Donau).

1946 bis 1948: Gymnasium der Benediktiner zu Kremsmünster (Österreich).

1948 bis 1952: Kommunale Mittelschule Oskarström (Schweden), mit Abschluß „Realexamen“.

1952 bis 1955: Realistisches Gymnasium Schramberg und Tübingen.

Sommersemester 1955 mit Wintersemester 1958/59 acht Semester naturwissenschaftliches Studium (Biologie, Chemie, Physik) an der Universität Tübingen.

Sommersemester 1959 mit Wintersemester 1960/61 vier Semester naturwissenschaftliches Studium an der Universität München.

München, den 30. Juli 1962

WOLFGANG DIERL

